Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale,, n. 141 del 20 giugno 2001 - Serie generale

Spediz. abb. post. 45% - art. 2, comma 20/b
Legge 23-12-1996, n. 662 - Filiale di Roma

PARTE PRIMA **Roma - Mercoledì, 20 giugno 2001** SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA 70 - 00100 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - LIBRERIA DELLO STATO - PIAZZA G. VERDI 10 - 00100 ROMA - CENTRALINO 85081

N. 154

MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE

DECRETO 15 marzo 2001.

Pressione massima di carica delle bombole di argon, aria, azoto, cripton, elio, neon e ossigeno.

S O M M A R I O

MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE

DECRETI, DELIBERE E ORDINANZE MINISTERIALI

MINISTERO DEI TRASPORTI E DELLA NAVIGAZIONE

DECRETO 15 marzo 2001.

Pressione massima di carica delle bombole di argon, aria, azoto, cripton, elio, neon e ossigeno.

IL DIRETTORE
DELL'UNITÀ DI GESTIONE MOTORIZZAZIONE
E SICUREZZA DEL TRASPORTO DEL DIPARTIMENTO DEI TRASPORTI TERRESTRI

Visto il decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni, con il quale è stato emanato il nuovo codice della strada;

Visto il decreto del Presidente della Repubblica 16 dicembre 1992, n. 495, e successive modificazioni, con il quale è stato emanato il regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada;

Vista la legge 12 agosto 1962, n. 1839, e successive modificazioni e integrazioni, con la quale è stato ratificato l'accordo europeo, relativo al trasporto internazionale di merci pericolose su strada denominato ADR;

Visto il decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione in data 4 settembre 1996, pubblicato nel supplemento ordinario n. 211 alla *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana del 2 dicembre 1996, n. 282, relativo all'attuazione della direttiva 94/55/CE del Consiglio dell'Unione europea in data 21 novembre 1994, ed in particolare gli articoli 2 e 7, che individuano l'autorità competente ad emanare le disposizioni applicative per dare attuazione a tale decreto;

Visto il decreto del Ministro dei trasporti e della navigazione in data 15 maggio 1997, pubblicato nel supplemento ordinario n. 114 alla *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana del 4 giugno 1997, n. 128, relativo all'attuazione della direttiva 96/86/CE del Consiglio dell'Unione europea in data 13 dicembre 1996 che adegua al progresso tecnico la direttiva 94/55/CE e in particolare i marginali 2219 e 2250 che non pongono limiti alle pressioni di carica delle bombole per gas compressi, e 2212 che stabilisce che i recipienti siano progettati e costruiti secondo un codice tecnico riconosciuto dall'autorità competente;

Visto il decreto ministeriale 5 giugno 1971, con il quale si applicano, ai recipienti di capacità fino a 1000 litri destinati al trasporto su strada, le prescrizioni contenute nel decreto ministeriale 12 settembre 1925, e successive serie di norme integrative;

Visto il decreto ministeriale 7 aprile 1986, con il quale si sono trasposte in norma nazionale le direttive del Consiglio dell'Unione europea 84/525, 84/526 e 84/527, riguardanti la costruzione di particolari categorie di bombole;

Preso atto delle istanze provenienti sia da costruttori di bombole, sia da alcune categorie di utenti, perché sia consentito il trasporto e l'uso in Italia di bombole con pressioni di carica di 300 bar almeno per i gas argon, aria, azoto, cripton, elio, neon e ossigeno;

Considerato che nella maggior parte dei Paesi europei è già consentito per tali gas il trasporto e l'uso di bombole con pressione di carica 300 bar;

Preso atto del parere favorevole espresso al riguardo dalla Commissione permanente per le prescrizioni sui recipienti per il trasporto di gas compressi, liquefatti o disciolti;

Decreta:

Art. 1.

1. La pressione massima di carica ammessa per le bombole dei seguenti gas compressi: argon (UN 1006), aria (UN 1002), azoto (UN 1066), cripton (UN 1056), elio (UN 1046), neon (UN 1065) e ossigeno (UN 1072) è 300 bar.

2. Le bombole di cui al comma 1 con pressione di carica (pressione effettiva a 15 °C) superiore a 250 bar devono essere progettate, costruite e sottoposte ad omologazione e verifica iniziale secondo le seguenti norme o progetti di norme europee:

EN 1964-1 per bombole fabbricate con acciaio avente carico di resistenza a trazione minore di 1100 Mpa di cui all'allegato n. 1 al presente verbale;

EN 1964-2 per bombole fabbricate con acciaio avente carico di resistenza a trazione uguale o superiore a 1100 Mpa di cui all'allegato n. 2 al presente verbale.

Art. 2.

1. Per le bombole con pressione di carica (pressione effettiva a 15 °C) superiore a 250 bar devono essere utilizzate valvole con raccordi di uscita diversi da quelli delle bombole con pressione di carica fino a 250 bar incluso.

I raccordi di uscita delle valvole per bombole con pressione di carica superiore a 250 fino 300 bar saranno del tipo a doppia matrice secondo ISO 5145, diametro nominale DN30, come rappresentato nell'Allegato n. 3 al presente verbale, con i seguenti parametri:

Per i gas asfissianti (non infiammabili, non tossici, non ossidanti) FTSC 0170	filettatura destrorsa A = 15,9 – B = 20,1
Per l'aria FTSC 1170	filettatura destrorsa A = 16,6 – B = 19,4
Per l'ossigeno e i gas ossidanti non tossici e non corrosivi FTSC 4170	filettatura destrorsa A = 17,3 – B = 18,7

2. In deroga al comma 1 precedente le valvole delle bombole per autorespiratori con pressione di carica superiore a 250 bar e fino a 300 bar devono avere raccordi di uscita secondo la norma europea EN 144-2. Per l'aria, l'ossigeno e le miscele respirabili ossigeno/azoto tali raccordi sono illustrati nell'Allegato n. 4 al presente verbale.

3. Tutte le valvole per bombole con pressione nominale di carica 300 bar devono portare sul corpo in modo evidente la stampigliatura «300 BAR».

Art. 3.

Sono abrogate le disposizioni del decreto ministeriale 12 settembre 1925, e successiva serie di norme integrative, in contrasto con gli articoli 1 e 2 precedenti.

Il presente decreto verrà pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica italiana.

Roma, 15 marzo 2001

Il direttore: Esposito

ALLEGATO 1

EN 1964-1
GENNAIO 1999

Bombole trasportabili per gas

Bombole trasportabili per gas – Specifiche per la progettazione e la costruzione di bombole per gas, ricaricabili e trasportabili, in acciaio senza saldatura, con capacità compresa fra 0,5 e 150 litri inclusi – Parte 1: Bombole in acciaio senza saldatura aventi un valore di Rm minore di 1.100 MPa.

Bombole per gas, prodotti in acciaio, definizioni, materiali, trattamento termico, composizione chimica, controllo, progettazione, calcolo, accordi, difetti, prove, prove di conformità, prove di accettazione, accettabilità.

INDICE

PREMESSA

La presente norma europea è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 23 "Bombole per gas trasportabili" il cui segretariato è tenuto dal BSI.

Alla presente norma europea dovrà essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante la pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, entro luglio 1999 e le norme nazionali in contrasto dovranno essere ritirate entro luglio 1999.

La presente norma europea è stata proposta per essere inserita come riferimento nel RID e/o negli allegati tecnici dell'ADR, Perciò nel presente contesto le norme elencate nei riferimenti normativi e riguardanti requisiti basilari del RID/ADR non trattati dalla presente norma hanno valore normativo solo quando le norme medesime sono richiamate nel RID e/o negli allegati tecnici dell'ADR.

La presente norma fa parte di una serie di tre norme riguardanti le bombole ricaricabili per gas compressi, liquefatti e disciolti in acciaio senza saldatura, con capacità tra 05 litri e 150 litri compresi:

Parte 1 Bombole in acciaio senza saldature con un valore Rm inferiore a 1.100 MPa

Parte 2 Bombole in acciaio senza saldature con un valore Rm uguale o superiore a 1.100 MPa

Parte 3 Bombole in acciaio inossidabile senza saldature

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli Enti di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti ad adottare la presente norma: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Pesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Spagna, Svezia e Svizzera.

INTRODUZIONE

Scopo della presente norma è fornire una specifica per la progettazione, fabbricazione, collaudo ed approvazione di bombole per gas, trasportabili e ricaricabili, in acciaio senza saldature.

Le specifiche fornite si fondano sulle conoscenze e sull'esperienza acquisite su materiali, requisiti di progettazione, processi di fabbricazione e controlli durante la fabbricazione, di bombole comunemente usate nei paesi membri del CEN.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma specifica i requisiti minimi per i materiali, la progettazione, la costruzione e la lavorazione, i processi di fabbricazione e le prove riguardanti la fabbricazione di bombole ricaricabili e trasportabili per gas compressi, liquefatti o disciolti, in acciaio, senza saldature, con capacità compresa tra 0,5 litri e 150 litri inclusi.

La presente norma si applica a bombole in acciaio con valore di resistenza alla trazione Rm inferiore a 1.100 MPa.

NOTA – La presente norma può anche essere utilizzata per la fabbricazione di bombole con capacità inferiore a 0,5 litri.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente norma europea rimanda, mediante riferimenti datati e non a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e vengono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

EN 473 Qualificazione e certificazione del personale per prove non distruttive – Principi generali

EN 1089-1: 1996 Bombole trasportabili per gas – Identificazione delle bombole per gas (escluso GPL) – Parte 1: Marcatura

EN 10002-1 Materiali metallici – Prove di trazione – Parte 1: Metodo di prova (a temperatura ambiente)

EN 10003-1 Materiali metallici – Prova di durezza Brinell – Parte 1: Metodo di prova

EN 10028-1 Prodotti piani in acciaio per apparecchi a pressione – Parte 1: Requisiti generali

EN 10045-1 Materiali metallici – Prova di resilienza Charpy – Parte 1: Metodo di prova

EN 10052 Glossario dei termini utilizzati per il trattamento termico di prodotti ferrosi

EN ISO 11114-1: 1997 Bombole trasportabili per gas – Compatibilità dei materiali delle bombole e delle valvole con i gas contenuti – Parte 1: Materiali metallici (ISO 11114-1: 1997)

EURONORM 6-55 Prova di piegatura per l'acciaio

3 DEFINIZIONI E SIMBOLI

Ai fini della presente norma europea si applicano le seguenti definizioni e simboli:

3.1 Definizioni

3.1.1 **Carico di snervamento:** valore corrispondente al limite inferiore di elasticità R_{eL}, oppure per gli acciai che non presentano un limite di elasticità definito, al limite di elasticità convenzionale 0,2%$R_{p0,2}$.

3.1.2 **Normalizzazione:** trattamento termico in base al quale una bombola viene riscaldata ad una temperatura uniforme al di sopra del punto critico superiore

dell'acciaio (Ac_3 come definito in EN 10052) e successivamente raffreddata in aria calma.

3.1.3 **Tempra:** trattamento termico di indurimento in base al quale una bombole, che è stata riscaldata ad una temperatura uniforme al di sopra del punto critico superiore dell'acciaio (Ac_3, come definito in EN 10052), viene raffreddata rapidamente in un mezzo adeguato.

3.1.4 **Rinvenimento:** trattamento termico ammorbidente che segue la tempra (o in certi casi la normalizzazione), in base al quale la bombola viene riscaldata ad una temperatura uniforme inferiore al punto critico inferiore dell'acciaio (Ac_1, come definito in EN 10052).

3.1.5 **Lotto:** un numero di bombole non superiore a 200, oltre a quelle necessarie alle prove distruttive, aventi in comune diametro nominale, spessore, lunghezza e progettazione, fabbricate a partire dalla stessa colata di acciaio e sottoposte al medesimo trattamento termico per la medesima durata.

3.1.6 **Pressione di scoppio:** il livello di pressione più elevato raggiunto in una bombola durante una prova di scoppio.

3.1.7 **Pressione di lavoro:** pressione stabilizzata ad una temperatura uniforme di 15°C con la bombola piena.

3.1.8 **Pressione di prova:** pressione prescritta per una prova di pressione.

3.1.9 **Fattore di sollecitazione di progetto (F) (variabile):** rapporto tra la sollecitazione equivalente della parete alla pressione di prova (ph) e il valore minimo garantito del carico di snervamento (Re).

3.2 Simboli

a spessore minimo calcolato, espresso in millimetri, dell'involucro cilindrico.

a' spessore minimo garantito, espresso in millimetri, dell'involucro cilindrico (vedi figura 1).

a_1 spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, di una base concava al punto di raccordo (vedi figura 2).

a_2 spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, al centro della base concava (vedi figura 2).

A allungamento percentuale.

b spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, al centro di una base convessa (vedi figura 1).

d_1 dimensione, espressa in millimetri, di un profilo di frattura accettabile, per bombole temprate e rinvenute (vedi figura 8).

d_2 dimensione, espressa in millimetri, di un profilo di frattura accettabile, per bombole normalizzate e rinvenute (vedi figura 9).

D	diametro esterno della bombola, espresso in millimetri (vedi figura 1).
D_f	diametro del mandrino di piegatura, espresso in millimetri (vedi figura 5).
F	fattore di sollecitazione di progetto (variabile), vedi 3.1.9.
h	altezza esterna (fondo concavo), espressa in millimetri (vedi figura 2)
H	altezza esterna della parte bombata (ogiva o fondo convessi), espressa in millimetri (vedi figura 1).
L_o	lunghezza calibrata iniziale tra due punti di riferimento, espressa in millimetri, secondo EN 10002-1 (vedi figura 4).
n	rapporto tra il diametro del mandrino usato per la prova di piegatura e l'effettivo spessore del campione (t).
p_b	pressione di scoppio misurata, espressa in bar [1], al di sopra della pressione atmosferica.
p_h	pressione di prova idraulica, espressa in bar, al di sopra della pressione atmosferica.
p_{lc}	pressione ciclica inferiore, espressa in bar, al di sopra della pressione atmosferica.
p_w	pressione di lavoro, espressa in bar, al di sopra della pressione atmosferica.
p_y	pressione di snervamento osservata, espressa in bar, al di sopra della pressione atmosferica.
r	raggio interno del raccordo, espresso in millimetri (vedi figura 1).
Re	valore minimo garantito del carico di snervamento (vedi 3.1.1.) espresso in megapascal.
R_{ea}	valore effettivo del carico di snervamento, espresso in megapascal, determinato nella prova di resistenza alla trazione (vedi 7.1.2.1).
R_g	valore minimo garantito della resistenza alla trazione, espresso in megapascal.
Rm	Valore della resistenza alla trazione, espresso in megapascal, determinato nella prova di resistenza alla trazione (vedi 7.1.2.1).
S_o	area originale della sezione del campione per la prova di resistenza alla trazione, misurata in millimetri quadrati, secondo EN 10002-1
t	spessore effettivo del campione di prova, espresso in millimetri.
u	rapporto tra la distanza delle piastre nella prova di appiattimento e l'effettivo spessore del campione.
V	capacità d'acqua della bombola, espressa in litri.

[1] : 1 bar = 10^5 Pa = 0.1MPa

w larghezza, espressa in millimetri, del campione per la prova di resistenza alla trazione (vedi figura 4).

4 MATERIALI

4.1 Disposizioni generali

4.1.1 Gli acciai usati per la fabbricazione delle bombole per gas devono essere conformi ai requisiti della presente norma.

4.1.2 L'acciaio usato per la fabbricazione delle bombole per gas deve possedere proprietà anti-invecchiamento accettabili e non essere di qualità effervescente. Nei casi in cui dovesse essere richiesto l'esame di tali proprietà anti-invecchiamento, i criteri in base ai quali esso deve essere condotto saranno oggetto di accordo tra le parti.

4.1.3 Il fabbricante deve identificare le bombole con l'indicazione della colata di acciaio da cui sono state prodotte.

4.1.4 La qualità di acciaio utilizzato per la fabbricazione delle bombole deve essere compatibile con il servizio previsto per il gas, ad es. gas corrosivi, gas che possono causare infragilimento (vedi EN ISO 11114-1: 1997).

4.2. Controlli sulla composizione chimica

4.2.1 La composizione chimica di tutti gli acciai deve essere specificata e registrata compresi:

- contenuto massimo di zolfo e fosforo;
- contenuto di carbonio, manganese e silicio;
- percentuale di nichel, cromo, molibdeno e di tutti gli altri componenti di lega appositamente aggiunti.

Il contenuto di carbonio, manganese, silicio e, se del caso, di nichel, cromo e molibdeno deve essere indicato con tolleranze tali che la differenza tra i valori massimi e minimi della colata non ecceda i valori indicati nel Prospetto 1.

Prospetto 1 Tolleranze nella composizione chimica

Elementi	Contenuto nominale in %	Campo massimo ammissibile in %
Carbonio	< 0.30%	0.06%
	≥ 0.30%	0.07%
Manganese	Per tutti i valori	0.30%
Silicio	Per tutti i valori	0.30%
Cromo	< 1.50%	0.30%
	≥ 1.50%	0.50%
Nichel	Per tutti i valori	0.40%
Molibdeno	Per tutti i valori	0.15%

NOTE: Il campo di variazione massima ammissibile per ciascun elemento non deve necessariamente essere centrato sul suo contenuto nominale. Ad esempio per un acciaio con contenuto nominale di carbonio dello 0.10% sono ugualmente accettabili i seguenti intervalli di tolleranza:

+ 0.00%, - 0.06%
+ 0.06%, - 0,00%
+ 0.03%, - 0.03%

La percentuale complessiva dei seguenti elementi: V, Nb, Ti, B, Zr non deve superare il limite dello 0,15%.

4.2.2 Il contenuto di zolfo e fosforo nell'analisi di colata dei materiali utilizzati per la fabbricazione di bombole per gas non deve superare i valori indicati nel Prospetto 2.

Prospetto 2 Limiti di zolfo e fosforo

Elemento	Rm in MPa	
	Rm < 950	950 < Rm < 1100
Zolfo	0.020%	0.010%
Fosforo	0.020%	0.020%
Zolfo + Fosforo	0.030%	0.025%

4.2.3 Il fabbricante della bombola deve procurarsi e fornire i certificati delle analisi effettuate sulle colate degli acciai utilizzati per la fabbricazione delle bombole.

Qualora siano richieste analisi di controllo, queste dovranno essere condotte o su campioni prelevati durante la fabbricazione dal materiale nello stato in cui è stato fornito dall'acciaieria al fabbricante delle bombole, o su bombole finite evitando le zone decarburate sulla superficie della bombola. In qualunque analisi di controllo lo scostamento massimo consentito dai limiti specificati per l'analisi della colata deve essere conforme ai valori specificati in EN 10028-1.

NOTA: EN 10028-1 costituisce una norma generale che fa riferimento alle tabelle effettive degli scostamenti ammissibili fornite in altre parti di EN 10028

4.3 Trattamento termico

4.3.1 Il fabbricante delle bombole deve consegnare un certificato che stabilisca il processo di trattamento termico cui è stata sottoposta la bombola.

4.3.2 La tempra in un bagno diverso da quello in olio minerale è ammessa a condizione che il metodo non provochi fessurazioni nelle bombole.

Se la velocità di raffreddamento nel bagno è maggiore dell'80% di quella in acqua senza additivi alla temperatura di 20°C, ogni bombola così prodotta deve essere sottoposta ad un controllo non distruttivo per accertare l'assenza di fessurazioni.

4.3.3 Il procedimento di tempra per le bombole temprate e rinvenute e per quelle normalizzate e rinvenute deve portare al raggiungimento delle proprietà meccaniche prescritte.

La temperatura effettiva alla quale un certo tipo d'acciaio viene sottoposto per acquisire una data resistenza alla trazione, non deve scostarsi di più di 30°C dalla temperatura indicata dal fabbricante della bombola.

5 PROGETTAZIONE

5.1 Disposizioni generali

5.1.1 Il calcolo dello spessore delle pareti delle parti soggette a pressione deve essere riferito al carico di snervamento (Re) del materiale.

5.1.2 Le bombole possono essere previste con una o due aperture, che devono essere disposte lungo l'asse centrale della bombola.

5.1.3 Ai fini del calcolo, il valore del carico di snervamento (Re) è limitato ad un massimo di 0,75R_g per bombole normalizzate e rinvenute e di 0,90R_g per bombole temprate e rinvenute.

5.1.4 La pressione interna su cui si basa il calcolo dello spessore della parete deve essere la pressione di prova idraulica (p_h).

5.2 Limitazioni della sollecitazione teorica

5.2.1 Quando non vi è alcun rischio di infragilimento per idrogeno, il valore massimo della resistenza alla trazione è limitato dalla idoneità dell'acciaio a soddisfare i requisiti delle prove specificate ai punti A.1 e A.2 dell'Allegato A.

5.2.2 Quando vi è rischio di infragilimento per idrogeno, il valore massimo della resistenza alla trazione deve essere .limitato in conformità con EN ISO 11114-1: 1997.

5.2.3 Gli altri rischi riguardanti la compatibilità tra gas e materiali, compresa la corrosione sotto sforzo, devono essere regolati in conformità a EN ISO 11114-1: 1997.

5.3 Calcolo dello spessore della parete cilindrica

Lo spessore minimo garantito della parete cilindrica (*a'*) non deve essere inferiore allo spessore calcolato usando l'equazione:

$$a = \frac{D}{2} \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{10 \cdot F \cdot R_e - \sqrt{3} \cdot p_h}{10 \cdot F \cdot R_e}} \right]$$

Dove il valore di F è il minore tra

$$\frac{0,65}{R_e/R_g} \quad e \quad 0,77$$

R_e/R_g deve essere limitato a 0,90 per le bombole temprate e rinvenute e a 0,75 per le bombole normalizzate e rinvenute.

Lo spessore minimo calcolato della parete deve inoltre soddisfare l'equazione:

$$a \geq \frac{D}{250} + 1\,mm$$

con un minimo assoluto di a = 1,5 mm.

Nella scelta del valore minimo garantito dello spessore della parete cilindrica (a'), il fabbricante deve prendere in considerazione tutti i requisiti delle prove di tipo e di produzione, e in particolare le prescrizioni per le pressioni di scoppio e di snervamento di cui al punto 7.2.2.2.

Lo spessore minimo garantito della parete (a') deve essere uguale o maggiore dello spessore di parete calcolato (a).

5.4 Calcolo delle estremità convesse (ogiva e fondo)

5.4.1 Le forme rappresentate nella figura 1 sono caratteristiche delle ogive e dei fondi convessi. Le forme A sono fondi realizzati da tubi, le forme C e D sono fondi realizzati per stampaggio di una billetta e le forme B sono tipiche ogive.

5.4.2 Lo spessore (b) al centro del fondo convesso non deve essere inferiore a quello richiesto dai seguenti criteri:

$b \geq 1{,}5a$ per $0{,}40 > H/D \geq 0{,}20$

$b \geq a$ per $H/D \geq 0{,}40$

Il raggio interno di raccordo (r) non deve essere inferiore a 0,075 D.

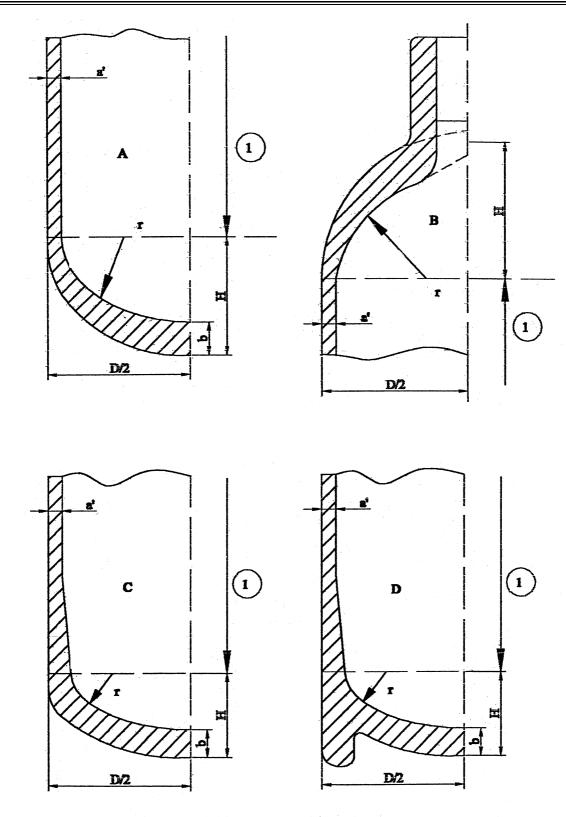



Figura 1: Tipici fondi convessi

Legenda

1 Parte cilindrica

Per ottenere una soddisfacente distribuzione delle sollecitazioni nella zona in cui il fondo si raccorda con la parte cilindrica, il passaggio all'eventuale maggior spessore del fondo dovrà essere graduale a partire dal punto di raccordo.

Per l'applicazione di questa regola, il punto di raccordo tra la parte cilindrica ed il fondo viene definito dalla linea orizzontale indicante la dimensione H nella figura 1.

Questo requisito si applica anche alla forma B.

Il fabbricante delle bombole deve comprovare per mezzo della prova ciclica di pressione sul prototipo come previsto in A.1 che il progetto dei fondi è soddisfacente.

5.5 Calcolo dei fondi concavi

Quando si usano fondi concavi, le dimensioni specificate nella figura 2 non devono essere inferiori ai seguenti valori

$$a_1 = 2a; \quad a_2 = 2a; \quad h = 0,12D; \quad r = 0,075D$$

Figura 2: Fondi concavi

Per ottenere una soddisfacente distribuzione delle sollecitazioni, lo spessore delle bombole deve aumentare progressivamente nella zona di transizione tra la parte cilindrica e la base, e la parete deve essere immune da difetti.

Il fabbricante delle bombole deve provare per mezzo della prova ciclica di pressione sul prototipo secondo quanto richiesto da A.1, che il progetto è soddisfacente.

5.6 Progetto del bocchino della bombola

5.6.1 Il diametro esterno e lo spessore del bocchino della bombola devono essere adeguati alla coppia di serraggio applicata per fissare la valvola alla bombola. La coppia di serraggio può variare in funzione del diametro della filettatura, della forma della filettatura e del sigillante adoperato per il montaggio della valvola.

NOTA – I valori raccomandati della coppia di serraggio delle valvole sono illustrati in EN ISO 13341.

5.6.2 Lo spessore della parete del bocchino della bombola deve essere sufficiente ad evitare dilatazioni permanenti del bocchino durante il montaggio iniziale e quelli successivi della valvola alla bombola. Quando la bombola viene espressamente progettata con un rinforzo del bocchino, come un anello o un collare calettati a caldo, si può tenere conto di tale rinforzo (vedere EN ISO 13341).

5.7 Anelli di base

Se, per accordo tra le parti, è prevista l'installazione di un anello di base, questo dovrà essere sufficientemente robusto e costruito in materiale compatibile con quello della bombola. In aggiunta, la sia forma dovrà essere preferibilmente cilindrica e fornire alla bombola sufficiente stabilità. L'anello di base deve essere fissato alla bombola con un sistema diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura. Qualsiasi gioco che possa favorire ristagni d'acqua deve essere sigillato, per impedire l'ingresso di acqua, con un metodo diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura.

5.7 Collari di rinforzo del bocchino

Se, per accordo tra le parti, è prevista l'installazione di un collare di rinforzo sul bocchino della bombola, questo deve essere sufficientemente robusto, costruito in materiale compatibile con quello della bombola e saldamente fissato con un metodo diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura.

Il fabbricante deve accertarsi che il carico assiale necessario per rimuovere il collare sia superiore a 10 volte il peso della bombola vuota e comunque non inferiore a 1.000 N ed anche che la coppia minima necessaria per far ruotare il collare sia maggiore di 100 Nm.

6 COSTRUZIONE E LAVORAZIONE

6.1 Generalità

La bombola deve essere prodotta mediante:

a) fucinatura o stampaggio a partire da un lingotto o billetta pieni, oppure

b) fabbricazione a partire da un tubo senza saldatura, oppure

c) imbutitura di una lamiera piana.

Il processo di chiusura del fondo non deve comportare alcuna aggiunta di metallo. I difetti di fabbricazione non devono essere corretti sigillando il fondo.

6.2 Spessore delle pareti

Deve essere controllato lo spessore di ciascuna bombola. Lo spessore delle pareti in qualunque punto non deve essere inferiore a quello minimo specificato.

6.3 Difetti della superficie

Le superfici interne ed esterne della bombola finita devono essere immuni da difetti che possano pregiudicare la sicurezza di esercizio della bombola. Vedere Appendice B.

6.4 Controllo con ultrasuoni

Ad eccezione di quelle indicate in C.6, tutte le bombole devono essere sottoposte a controllo con ultrasuoni per l'individuazione di eventuali difetti, in conformità all'appendice C.

6.5 Filettatura del bocchino

La filettatura del bocchino deve essere conforme ad una norma riconosciuta concordata tra le parti, per permettere l'uso di una valvola corrispondente e ridurre così al minimo le sollecitazioni sul bocchino conseguenti all'operazione di montaggio della valvola. La filettatura interna del bocchino deve essere controllata utilizzando un calibro corrispondente alla filettatura concordata, oppure con un metodo alternativo concordato tra le parti.

NOTA – Per esempio, quando è specificato che la filettatura del bocchino sia conforme a EN 629-1, i corrispondenti calibri sono quelli specificati in EN 629-2. -Si deve porre particolare attenzione per assicurare che le filettature siano accuratamente lavorate, di forma piena ed esenti da profili taglienti come p. es. bave.

6.6 Ovalizzazione

L'ovalizzazione del corpo cilindrico, cioè la differenza tra il diametro esterno massimo e quello minimo di una medesima sezione, non deve essere superiore al 2% della media di tali diametri.

6.7 Diametro medio

Il diametro esterno medio non deve discostarsi più di ± 1% dal diametro nominale di progetto.

6.8 Rettilineità

Lo scostamento massimo della parte cilindrica del corpo da una linea retta non deve superare 3 mm per metro di lunghezza.

6.9 Stabilità

Per una bombola progettata per rimanere diritta sulla propria base, la deviazione dalla verticale deve essere inferiore all'1% dell'altezza, mentre il diametro esterno della superficie in contatto con il suolo deve essere superiore al 75% del diametro esterno nominale.

7 PROVE

7.1 Prove meccaniche

7.1.1 Requisiti generali

Tutte le prove volte a verificare le proprietà dei materiali delle bombole per gas devono essere effettuate su campioni prelevati da bombole già assoggettate a trattamento termico.

7.1.2 Posizioni di prelievo dei campioni per le prove

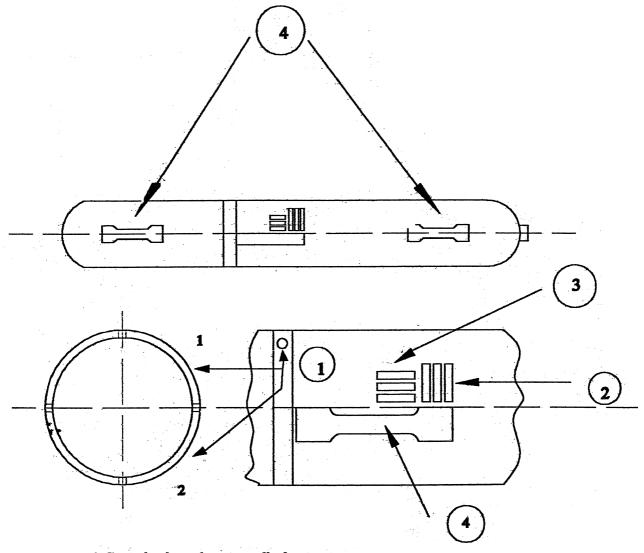
Per le posizioni dei campioni per le prove, vedi figura 3.

1 Campioni per la prova di piegatura
2 Campioni per la prova di resilienza trasversale
3 Campioni per la prova di resilienza longitudinale
4 Campioni per la prova di resistenza alla trazione

Figura 3: Posizioni di prelievo dei campioni per le prove

7.1.2.1 **Prova di resistenza alla trazione**

7.1.2.1.1 Una prova di trazione dovrà essere effettuata su materiali prelevati dalla parete cilindrica della bombola adottando una delle seguenti procedure:

a) Per campioni rettangolari preparati conformemente a 7.1.2.1.2, i valori dell'allungamento devono essere conformi a 7.1.2.1.3.

b) Per campioni cilindrici, ottenuti per lavorazione meccanica e aventi il massimo diametro possibile, l'allungamento misurato su una lunghezza calibrata pari a 5 volte il diametro del campione, non deve essere inferiore al 16%. Si raccomanda di non utilizzare campioni cilindrici quando lo spessore della parete è inferiore a 3 mm.

7.1.2.1.2 La prova di resistenza alla trazione deve essere effettuata conformemente a EN 10002-1 su di un campione sagomato come indicato nella figura 4 con un tratto calibrato di lunghezza $L_o = 5{,}65\sqrt{S_0}$.

Le due facce del campione corrispondenti alle superfici interne ed esterne della bombola non devono essere lavorate.

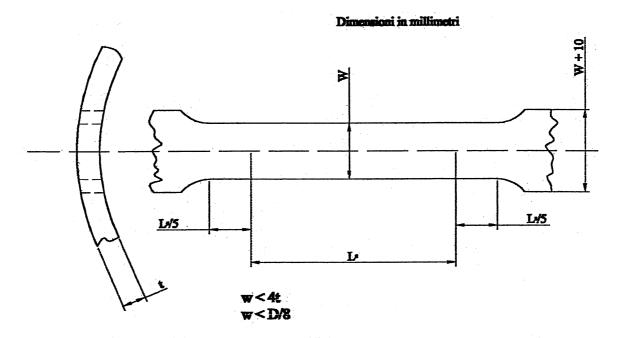



Figura 4: Campione per la prova di trazione

7.1.2.1.3 L'allungamento percentuale (A) non deve essere inferiore ai seguenti valori:

$$A = \frac{25000}{2R_m}$$

con un minimo assoluto del 14%.

NOTA – Si richiama l'attenzione sul metodo di misurazione dell'allungamento descritto in EN 10002-1, particolarmente nei casi in cui il campione della prova di trazione è rastremato, con la conseguenza di un punto di rottura lontano dalla metà del tratto di misura.

7.1..2.2 **Prova di piegamento**

7.1.2.2.1 La prova di piegamento deve essere eseguita secondo EURONORM 6-55 su quattro campioni ottenuti tagliando in parti uguali uno o due anelli di larghezza uguale al valore maggiore tra 25 mm e 4t. Ciascun campione deve essere di lunghezza sufficiente per consentire che la prova di piegamento venga svolta correttamente. Solo i bordi di ciascuna striscia possono eventualmente essere lavorati.

7.1.2.2.2 Il campione non deve fessurarsi allorché sia piegato verso l'interno sul mandrino fino a che i bordi interni siano separati da una distanza non superiore al diametro del mandrino stesso (vedi figura 5)

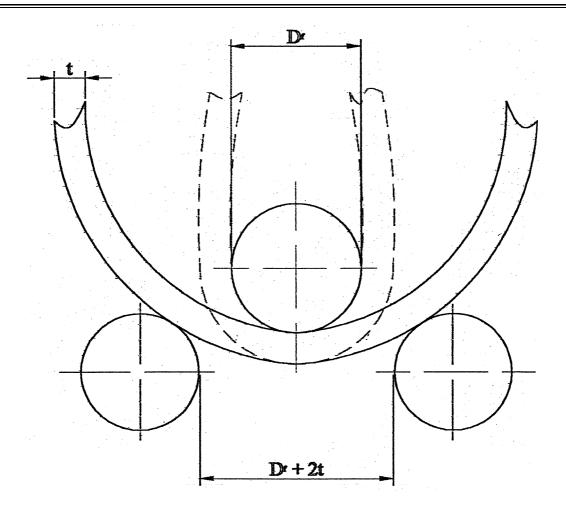



Figura 5: Schema della prova di piegamento

7.1.2.2.3 Il diametro del mandrino (D_f) deve essere stabilito in conformità al Prospetto 3.

Per i valori di resistenza effettiva alla trazione (R_m) indicati nel Prospetto 3, $D_f = nt$.

7.1.2.3 **Prova di appiattimento**

La prova di appiattimento deve essere eseguita su due anelli di larghezza 25 mm prelevati dal corpo della bombola. Solo i bordi degli anelli possono essere lavorati. Gli anelli devono essere appiattiti fra due piastre fino a raggiungere la distanza fra le piastre prescritte. Per i valori effettivi di resistenza alla trazione (R_m) indicati nel prospetto 3 la distanza massima fra le piastre non deve essere superiore a *ut*.

Non si devono rilevare negli anelli fessurazioni visibili.

Prospetto 3: Requisiti per le prove di piegamento e di appiattimento

Valori effettivi della Resistenza alla trazione R_m - MPa	Prova di piegamento	Prova di appiattimento
	Valore di n	Valore di u
$R_m \leq 440$	2	6
$440 < R_m \leq 520$	3	6
$520 < R_m \leq 600$	4	6
$600 < R_m \leq 700$	5	7
$700 < R_m \leq 800$	6	8
$800 < R_m \leq 900$	7	9
$R_m > 900$	8	9

7.1.2.4 **Prova di resilienza**

7.1.2.4.1 Salvo che per i requisiti di seguito specificati, la prova deve venire effettuata in conformità a EN 10045-1.

I campioni da utilizzarsi per la prova di resilienza devono essere prelevati dalla parete della bombole nella direzione indicata nel Prospetto 4. L'intaglio deve essere perpendicolare alla superficie della parete della bombola.

Per le prove longitudinali, i campioni devono essere lavorati su tutte le facce (su sei facce); se lo spessore della parete non permette di ottenere

un campione finito di larghezza 10 mm, la larghezza del campione deve essere quanto più possibile prossima allo spessore nominale della parete della bombola. I campioni prelevati in direzione trasversale devono essere lavorati unicamente su quattro facce, mentre la faccia interna e quella esterna non devono essere lavorate.

7.1.2.4.2 I valori minimi di resilienza accettabili sono indicati nel Prospetto 4.

Prospetto 4 Valori minimi accettabili della resilienza

Diametro della bombola D, mm		> 140			≤ 140
Direzione della prova		Trasversale			Longitudinale
Larghezza del provino, mm		>3 ma ≤ 5	>5 ma ≤ 7,5	>7,5 ma ≤ 10	> 3 ma ≤5
Temperatura della prova, °C		- 50			- 50
		Resilienza – J/cm²			
Acciai temprati e rinvenuti	- Media di 3 provini	30	35	40	60
	- Provini singoli	24	28	32	48
Acciai normalizzati o normalizzati e rinvenuti con $R_m \leq 750$ MPa	- Media di 3 provini	20			40
	- Provini singoli	16			32

7.2 Prova idraulica di scoppio

7.2.1 Procedimento

7.2.1.1 Predisposizione della prova

Le attrezzature per la prova, rappresentate nella figura 6, devono poter operare nelle condizioni di prova specificate in 7.2.1.2 e fornire con precisione le informazioni richieste da 7.2.2. e 7.2.3.

7.2.1.2 Condizioni della prova

Mentre la bombola e l'attrezzatura per la prova vengono riempite d'acqua, occorre assicurarsi che non resti aria intrappolata nel circuito, facendo funzionare la pompa idraulica fino a che non fuoriesca acqua dall'apertura di sfiato o dalla valvola di sfogo dell'aria.

Durante la prova, la messa in pressione deve essere effettuata in due fasi successive:

a) nella prima fase, il tasso di incremento della deformazione nel campo elastico non deve superare quello applicato nella prova di resistenza alla trazione, fino al punto in cui la pressione raggiunge il valore corrispondente all'inizio della deformazione plastica;

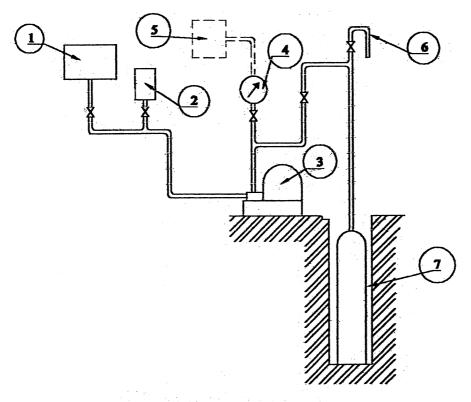
b) nella seconda fase, la portata della pompa dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante, fino a che la bombola non si rompa.

1 Serbatoio per il liquido di prova
2 Serbatoio per la misurazione del liquido di prova
3 Pompa
4 Manometro
5 Apparecchio registratore della curva pressione/espansione volumetrica
6 Sfiato o valvola di sfogo dell'aria
7 Pozzo di prova

Figura 6: Schema tipico di impianto per prova idraulica di scoppio

7.2.2 Interpretazione dei risultati

7.2.2.1 L'interpretazione della prova di scoppio comporta:

- la determinazione della pressione di scoppio (p_b) e di quella di snervamento (p_y) raggiunte durante la prova;
- l'esame della frattura e della forma dei suoi bordi.

La pressione di scoppio misurata (p_b) deve essere tale che:

$$p_b > 1{,}6\ p_h$$

La pressione di snervamento osservata (p_y) deve essere tale che:

$$p_y \geq \frac{1}{F} p_h$$

7.2.2.2 La prova di scoppio non deve provocare la frammentazione della bombola

7.2.2.3 La rottura principale nella parte cilindrica non deve essere di tipo fragile, vale a dire che i bordi della frattura devono essere inclinati rispetto alla parete. Lo squarcio non deve rivelare difetti significativi nel metallo e la frattura non deve estendersi oltre l'asse centrale della bombola in corrispondenza del bocchino o della base.

Per bombole con spessore della parete cilindrica inferiore a 7,5 mm, la frattura è accettabile unicamente se corrisponde ad una delle seguenti descrizioni:

a) per bombole temprate e rinvenute:
- longitudinale, senza ramificazioni (figura 7); oppure
- longitudinale, con una ramificazione laterale a ciascuna estremità, che non si estenda per più di un quarto della circonferenza della bombola a partire dalla rottura (figura 8);

b) per bombole normalizzate e bombole normalizzate e rinvenute:
- longitudinale, senza ramificazioni (figura 7); oppure
- longitudinale, con una ramificazione laterale a ciascuna estremità, che non si estenda per più della metà della circonferenza della bombola a partire dalla rottura (figura 9).

7.2.3 Criteri di accettazione

Le figure 7, 8 e 9 mostrano esempi di profili soddisfacenti di prove di scoppio.

Se la configurazione della rottura si discosta da quella delle figure 7, 8 e 9, ma tutte le rimanenti prove sui materiali e meccaniche sono soddisfacenti, occorrerà procedere all'individuazione della causa di tale scostamento prima di accettare o respingere il lotto.

Figura 7: Profili di rottura accettabili in tutti i casi

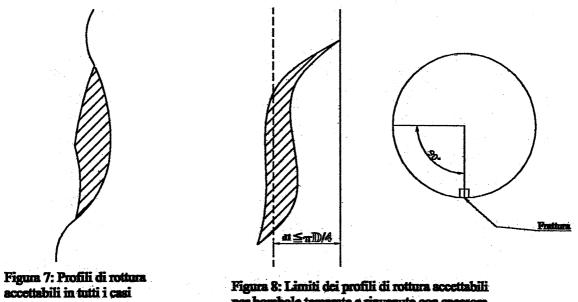



Figura 8: Limiti dei profili di rottura accettabili per bombole temprate e rinvenute con spessore della parete cilindrica inferiore a 7,5 mm

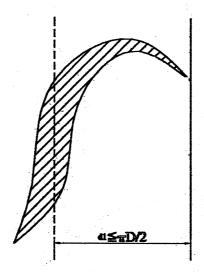



Figura 9: Limiti dei profili di rottura accettabili per bombole normalizzate o normalizzate e rinvenute con spessore della parete cilindrica inferiore a 7,5 mm

7.3 Prova a pressione ciclica

Questa prova deve essere eseguita con un liquido non corrosivo, sottoponendo le bombole a successive oscillazioni cicliche di pressione fino ad una pressione ciclica superiore uguale alla pressione di prova idraulica (p_h). Le bombole devono resistere a 12.000 cicli senza cedimenti.

Per bombole con pressione di prova idraulica (p_h) > 450 bar, la pressione ciclica superiore può essere ridotta ai due terzi di tale pressione di prova. In tal caso le bombole devono poter resistere a 80.000 cicli senza cedimenti.

Il valore della pressione ciclica inferiore (p_{lc}) non deve superare il 10% della pressione ciclica superiore con un massimo assoluto di n30 bar.

Nel corso della prova la bombola deve essere effettivamente sottoposta alle due pressioni cicliche massima e minima.

La frequenza delle inversioni di pressione non deve superare 0,25 Hz (15 cicli/min). La temperatura misurata sulla superficie esterna della bombola non deve superare i 50°C nel corso della prova.

Terminata la prova, la base della bombola deve essere sezionata al fine di misurarne lo spessore e verificare che tale spessore non superi di più del 15% lo spessore minimo della base previsto dal progetto.

La prova deve essere considerata soddisfacente se la bombola riesce a sopportare il numero di cicli prescritto senza che si verifichino perdite.

7.4 Prova idraulica e prova di durezza (su tutte le bombole)

7.4.1 Prova di durezza

Dopo il trattamento termico finale, il fabbricante deve sottoporre ciascuna bombola a una prova di durezza in conformità a quanto stabilito da EN 10003-1. I valori di durezza così determinati devono situarsi entro i .limiti specificati dal fabbricante per il materiale in funzione del trattamento termico usato per la produzione della bombola.

NOTA – Con l'accordo delle parti interessate, possono essere usati metodi di misurazione dell'impronta sulla superficie diversi da quelli indicati in EN 10003-1.

7.4.2 Prova idraulica

La pressione dell'acqua nella bombola deve aumentare con progressione controllata fino a che non si raggiunga la pressione p_h.

La bombola deve rimanere alla pressione p_h per almeno 30 secondi per verificare che la pressione non cali e che non vi siano perdite.

7.5 Prova di tenuta

Il fabbricante deve dimostrare, con metodi di prova adeguati al processo di fabbricazione, che la bombola non presenta perdite.

7.6 Controllo del fondo

Deve essere effettuata una sezione meridiana del fondo della bombola ed una delle superfici così ottenute deve essere lucidata ed esaminata con un ingrandimento compreso tra x5 e x10.

La bombola dovrà essere considerata difettosa qualora si rilevi la presenza di fessurazioni. Allo stesso modo dovrà essere considerata difettosa se la dimensione di qualsiasi porosità o inclusione eventualmente presente raggiunge valori considerati suscettibili di pregiudicare la sicurezza.

8 VALUTAZIONE DELLA CONFORMITA'

Le prove di tipo e quelle di produzione devono essere effettuate in conformità con l'Allegato A.

9 MARCATURA

Su ciascuna bombola devono essere riportate sulla ogiva o su di una parte rinforzata della bombola ovvero su un collare o anello permanentemente fissato, le iscrizioni specificate in EN 1089-1: 1996.

ALLEGATO A (NORMATIVO)

PROVE DI TIPO E PROVE DI PRODUZIONE

A.1 Prove di tipo

A.1.1 La prova di tipo dovrà essere effettuata per ogni nuovo progetto di bombola. Una bombola già approvata in precedenza dovrà essere considerata un nuovo progetto quando per essa di verifica una qualsiasi delle seguenti condizioni:

a) è fabbricata in uno stabilimento diverso;

b) è fabbricata attraverso un diverso processo di fabbricazione (compreso il caso in cui rilevanti modifiche al processo di fabbricazione siano intervenute durante il periodo di produzione, per esempio passaggio dalla fabbricazione dei fondi per forgiatura alla lavorazione per spinning, cambiamento del tipo di trattamento termico, ecc.);

c) è fabbricata con acciaio per il quale i limiti di composizione specificati sono diversi da quelli della prova di tipo originale;

d) è sottoposta ad un diverso trattamento termico, oltre i limiti indicati in 4.3.3;

e) è cambiata la forma del fondo, per esempio concavo, convesso, emisferico o vi è un mutamento nel rapporto tra spessore del fondo e diametro della bombola;

f) la lunghezza totale della bombola è aumentata di più del 50% (le bombole con un rapporto lunghezza/diametro minore di 3 non devono essere usate come riferimento per nuovi progetti di bombole per cui tale rapporto sia maggiore di 3);

g) è cambiato il diametro nominale esterno;

h) è cambiato lo spessore di progetto della parete;

i) è aumentata la pressione di prova idraulica;

j) sono cambiati il valore minimo garantito del carico di snervamento (Re) e/o il valore minimo garantito della resistenza alla trazione (Rg).

A.1.2 Per ciascun nuovo progetto di bombola, il fabbricante deve sottoporre alla autorità competente una specifica tecnica comprendente i disegni e i calcoli di progetto, le specifiche dell'acciaio e del trattamento termico.

L'autorità competente per ciascun nuovo progetto di bombola deve effettuare le prove di tipo indicate qui di seguito.

Per le prove di tipo devono essere messe a disposizione un minimo di 50 bombole finite che il fabbricante deve garantire come rappresentative del nuovo progetto.

Tuttavia, se la produzione complessiva comprende meno di 50 bombole, dovrà essere fabbricato, in aggiunta al quantitativo richiesto, un numero di bombole sufficiente per l'esecuzione di tutte le prove di tipo, ma in tal caso la validità dell'approvazione è limitata a quel particolare lotto di produzione.

A.1.3 Durante l'effettuazione delle prove di tipo, l'organismo competente deve:

a) verificare che:

- il progetto risponda ai requisiti della clausola 5;
- lo spessore delle pareti e dei fondi di due delle bombole prelevate per i collaudi risponda ai requisiti delle clausole da 5.3 a 5.6, effettuando le misurazioni quanto meno su tre sezioni trasversali della parte cilindrica e su una intera sezione longitudinale del fondo e della ogiva;
- siano soddisfatti i requisiti di cui alle clausole 4 (materiali) e 5.7 (piede o anello di base);
- siano soddisfatti i requisiti di tipo geometrico delle clausole da 6.6 a 6.9 per tutte le bombole scelte;
- le superfici esterne ed interne delle bombole siano esenti da difetti che possano comprometterne la sicurezza nell'esercizio (vedi appendice B).

b) assistere alle prove qui di seguito indicate sulle bombole selezionate:

- le prove indicate in 7.1 (prove meccaniche) su due bombole, verificando che i campioni siano identificabili nel lotto;
- la prova indicata in 7.2 (prova idraulica di scoppio) su due bombole, che devono riportare le punzonature previste;
- la prova indicata in 7.3 (prova ciclica di pressione) su 2 bombole, che devono riportare le punzonature previste;
- la prova indicata in 7.6 (controllo del fondo) su tutte le bombole campione.

A.1.4 Se il risultato delle verifiche è soddisfacente, l'organismo competente deve rilasciare un certificato di prova di tipo. Tale certificato può essere sotto forma di certificato di approvazione di tipo, di cui è fornito un esempio tipico in D.1.

A.2 Prove di produzione

A.2.1 Ai fini delle prove di produzione il fabbricante della bombola deve fornire all'ente di collaudo quanto segue:

a) il certificato di prova di tipo;

b) i certificati che specificano le analisi di colata dell'acciaio utilizzato per la fabbricazione delle bombole;

c) i certificati che riportano i risultati delle prove a ultrasuoni;

d) i numeri di serie delle bombole;

e) una dichiarazione che indichi il metodo utilizzato per il controllo della filettatura e i risultati ottenuti.

A.2.2 Durante le prove di produzione, l'ente di collaudo deve:

a) assicurarsi che sia stato ottenuto il certificato di prova di tipo e che le bombole siano conformi al medesimo;

b) verificare che siano stati soddisfatti i requisiti di cui alle clausole 4, 5 e 6 e in particolare controllare, attraverso un esame visivo esterno e, se materialmente possibile, anche interno delle bombole, che la loro

fabbricazione ed i controlli eseguiti dal fabbricante in conformità alle clausole da 6.2 a 6.9 siano soddisfacenti. L'esame visivo deve coprire almeno il 10% delle bombole fabbricate. Tuttavia, se si scopre un difetto non tollerabile (secondo quanto descritto nell'allegato B), allora occorre ispezionare il 100% delle bombole;

c) scegliere per ogni lotto le bombole necessarie per eseguire le prove distruttive e presenziare alle prove specificate alle clausole 7.1 e 7.2. In particolare devono essere eseguite le seguenti prove:

- le prove meccaniche specificate in 7.1 su una bombola per lotto. A questo scopo si può facoltativamente utilizzare 1 bombola usata per la prova di scoppio (vedi 7.2):

  a) una prova di resistenza a trazione in senso longitudinale (vedi 7.1.2.1);

  b) quattro prove di piegatura in senso trasversale (vedi 7.1.2.2) o, in alternativa, due prove di appiattimento su anello (vedi 7.1.2.3);

  c) tre prove di resilienza in senso trasversale o longitudinale come indicato in 7.1.2.4, a condizione che lo spessore della parete cilindrica consenta la preparazione di campioni con spessore di almeno 3 mm.

- La prova di scoppio specificata in 7.2 su una bombola del lotto.

d) verificare, attraverso controlli a campione, la correttezza delle informazioni fornite dal fabbricante a cui si fa riferimento in A.2.1;

e) valutare i risultati delle prove di durezza di cui alla clausola 7.4.1.

A.2.3 Tutte le bombole del lotto devono essere sottoposte alla prova idraulica di cui alla clausola 7.4.2.

A.2.4 Se l'esito delle verifiche è soddisfacente, l'organismo di controllo deve apporre sulle bombole la punzonatura prevista dalla norma EN 1089-1: 1996 e deve emettere un certificato di collaudo di produzione, di cui è riportato un esempio tipico in D.2.

Se l'esito invece non è soddisfacente, deve procedere come indicato in A.3.

A.3 Non conformità ai requisiti delle prove

Nel caso in cui non siano raggiunti i requisiti prescritti per le prove, deve essere eseguita una nuova prova o un nuovo trattamento termico seguito da una nuova prova, come indicato qui di seguito:

A.3.1 Se vi è evidenza di un errore nell'esecuzione di una prova, oppure di un errore di misurazione, deve essere effettuata un'ulteriore prova. Se l'esito della nuova prova è soddisfacente, la prova precedente non verrà tenuta in alcun conto.

A.3.2 Se la prova è stata condotta in modo corretto, va individuata la causa del risultato insoddisfacente.

Se si rileva che il mancato raggiungimento dei requisiti prescritti è dovuto al trattamento termico applicato, il fabbricante può sottoporre tutte le bombole del lotto ad un ulteriore trattamento termico.

Se l'insuccesso non è dovuto al trattamento termico applicato, tutte le bombole che sono state riscontrate difettose, devono essere scartate oppure riparate con un metodo approvato. Le bombole non difettose e quelle riparate devono essere considerate come un nuovo lotto.

In entrambi i casi il nuovo lotto deve venire collaudato dall'ente di collaudo. Devono essere nuovamente effettuate tutte le prove di tipo o di lotto, secondo il caso, necessarie per provare l'accettabilità del nuovo lotto. Se una o più di tali prove si dimostrano anche solo parzialmente insoddisfacenti, tutte le bombole del lotto devono essere rifiutate per l'uso considerato.

A.3.3 Il nuovo trattamento termico deve corrispondere ai seguenti requisiti:

- le bombole normalizzate devono essere sottoposte a rinvenimento o ad un nuovo processo di normalizzazione;
- le bombole normalizzate e rinvenute devono essere sottoposte ad un nuovo processo di rinvenimento oppure ad un nuovo processo di normalizzazione e rinvenimento;
- le bombole sottoposte a tempra e rinvenimento devono essere sottoposte ad un nuovo processo di rinvenimento oppure di tempra e rinvenimento.

Qualora le bombole siano assoggettate ad un nuovo trattamento termico, nella bombola finita deve essere mantenuto lo spessore minimo di parete previsto dal progetto (ad es. dopo sabbiatura, trattamento superficiale).

ALLEGATO B (NORMATIVO)

DESCRIZIONE, VALUTAZIONE DEI DIFETTI DI FABBRICAZIONE E CONDIZIONI DI RIFIUTO DELLE BOMBOLE PER GAS IN ACCIAIO SENZA SALDATURA AL MOMENTO DELL'ISPEZIONE VISIVA

B.1 Introduzione

Durante la fabbricazione di bombole per gas di acciaio senza saldatura possono verificarsi vari tipi di difetti.

Tali difetti possono essere di tipo meccanico o derivare dai materiali. Essi possono dipendere dal materiale di base utilizzato, dal processo di fabbricazione, dai trattamenti termici, dalle manipolazioni, dalla forgiatura dei bocchini, dalle operazioni di marcatura e da imprevisti verificatisi durante la fabbricazione.

Scopo della presente appendice è di elencare i difetti di fabbricazione più comuni e di fornire agli ispettori che devono effettuare le verifiche visive dei criteri per lo scarto o meno delle bombole.

Ciò non di meno è necessario che l'ispettore incaricato sia dotato di approfondita esperienza pratica e buona capacità di giudizio, per rilevare ed essere in grado di valutare e giudicare eventuali difetti, all'atto dell'ispezione visiva.

B.2 Generalità

B.2.1 E' di fondamentale importanza effettuare il controllo visivo interno ed esterno in buone condizioni.

La superficie del metallo e, soprattutto quella della parete interna, deve essere completamente pulita, asciutta ed esente da residui di ossidazione, corrosione e incrostazioni che potrebbero nascondere altri più seri difetti. Ove necessario, la superficie dovrà essere pulita con un metodo adatto e in condizioni accuratamente controllate, prima di ulteriori verifiche.

Devono essere adoperate fonti di illuminazione adatte e di sufficiente intensità.

Dopo che le bombole sono state chiuse e la filettatura è stata realizzata, deve essere esaminata l'area interna del bocchino mediante l'impiego di un endoscopio industriale, di uno specchietto da dentista o di altri mezzi idonei.

B.2.2 I piccoli difetti possono essere rimossi mediante riparazione, molatura, lavorazione meccanica locale o con altri metodi appropriati.

In queste operazioni si deve prestare grande attenzione per evitare di causare nuovi danni.

Dopo tali riparazioni le bombole devono essere nuovamente ispezionate e, se necessario, deve essere controllato di nuovo anche lo spessore delle pareti.

B.3 Difetti di fabbricazione

I difetti di fabbricazione più comuni e la loro definizione sono indicati nella tabella B.1

In questa tabella sono anche indicati i limiti per ammettere la riparazione o rifiutare una bombola. Tali limiti sono stati stabiliti in base ad una considerevole esperienza pratica. Si applicano a bombole di qualsiasi tipo e dimensione e per qualsiasi tipo di impiego. Tuttavia, per specifiche richieste della clientela, per alcuni tipi di bombole o per particolari condizioni di impiego, possono essere richiesti criteri più rigorosi.

B.4 Bombole rifiutate

Tutte le bombole rifiutate devono essere rese inservibili per l'uso originariamente previsto.

Si potrà considerare la possibilità di utilizzare le bombole rifiutate per produrre bombole destinate ad usi differenti.

Tabella B.1: Difetti di fabbricazione

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Gobba	Rigonfiamento visibile della parete	Tutte le bombole con tale difetto	Scarto
Ammaccatura	Depressione nella parete che non è penetrata e non ha rimosso metallo (vedi fig.B.1) (vedere anche eccessiva molatura o lavorazione meccanica)	- Se la profondità dell'ammaccatura supera il 2% del diametro esterno della bombola	Scarto
		- Se la profondità dell'ammaccatura è maggiore di 1 mm e il suo diametro è inferiore a 30 volte la profondità NOTA: Per le bombole di piccolo diametro questi limiti generali possono essere rivisti. Anche la considerazione dell'aspetto ha un ruolo importante nella valutazione della ammaccatura, specie per le bombole di piccolo diametro.	Scarto
Taglio, incisione, impronta metallica o di scoria	Impronta nella parete dove il metallo è stato rimosso o ridistribuito (prevalentemente a causa della presenza di corpi estranei sul mandrino o sulla matrice durante l'estrusione o la trafilatura)	- **Difetto interno:** se non è superficiale e si presenta come un'incisione acuta superiore al 5% dello spessore della parete. NOTA: Si può tenere conto di considerazioni circa l'aspetto e la posizione (in parti con maggior spessore sottoposte a minor sollecitazione).	Scarto
		- **Difetto esterno:** se la profondità è maggiore del 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della parete.	Riparare se possibile (vedi B.2.2)
Ammaccatura con taglio o incisione	Depressione nella parete che presenta all'interno un taglio o una incisione. (vedi fig.B.2)	Tutte le bombole con tale difetto	Scarto

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Molatura o lavorazione meccanica eccessive	Riduzione localizzata dello spessore della parete causata da molatura o lavorazione meccanica	- Se lo spessore della parete è inferiore al minimo di progetto. - Se si è prodotta una ammaccatura.	Scarto Vedere sopra ammaccatura
Nervatura	Superficie rialzata longitudinalmente con angoli acuti (vedere fig. B.3)	- **Difetto interno:** se l'altezza supera il 5% dello spessore della parete e la lunghezza supera il 10% della lunghezza della bombola. - **Difetto esterno:** se l'altezza supera il 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della bombola.	Riparare se possibile o scartare Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Scanalatura	Intaglio longitudinale (vedere fig. B.4	- **Difetto interno:** se la profondità supera il 5% dello spessore della parete e la lunghezza supera il 10% della lunghezza della bombola. **Difetto esterno:** se la profondità supera il 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della bombola.	Riparare se possibile o scartare Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Laminazione	Stratificazione del materiale nella parete della bombola, talvolta riconoscibile come una discontinuità, una piega o una gobba sulla superficie (vedere fig. B.5)	- **Difetto interno:** tutte le bombole con tale difetto. - **Difetto esterno:** tutte le bombole con tale difetto.	Riparare se possibile Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Cricca	Incrinatura o fessurazione nel metallo	- Se non può essere rimossa entro la tolleranza sullo spessore. - Se può essere rimossa entro la tolleranza sullo spessore.	Scartare Riparare
Cricche nel bocchino	Si presentano come linee che corrono verticalmente lungo la filettatura o trasversalmente sulle facce del filetto (da non confondere con segni di maschiatura o di lavorazione del filetto) (vedere fig. B.6).	Tutte le bombole con tale difetto	Scartare

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
	Pieghe con risalti e solchi situate nell'area interna dell'ogiva, che possono propagarsi nella zona filettata (vedere fig. B.7).	Pieghe o cricche che appaiono come una linea di ossido che corre entro la zona filettata devono essere rimosse con lavorazione meccanica fino a che le linee di ossido non siano più visibili (vedere fig.B.7). Dopo la lavorazione l'intera area deve essere ispezionata accuratamente e lo spessore della parete controllato.	Riparare
	Possono aver origine da pieghe nell'area interna dell'ogiva e diramarsi nella parte cilindrica lavorata o filettata (la fig.B.8 mostra l'inizio della cricca nella ogiva e la sua diramazione).	Se le pieghe o le linee di ossido non sono state completamente rimosse dalla lavorazione meccanica, se le cricche restano visibili o se lo spessore della parete è diventato insufficiente.	Scartare
		Se le pieghe o le linee di ossido sono state rimosse dalla lavorazione e lo spessore è soddisfacente.	Accettare
		Pieghe che si estendano oltre l'area lavorata e siano chiaramente visibili come depressioni aperte senza presenza di ossido nel metallo, possono essere accettate a condizione che le sommità siano lisce e i fondi delle depressioni arrotondati.	Accettare
Cricche interne nel fondo	Fessurazioni nel metallo del fondo della bombola a forma di stella	- Se possono essere rimosse entro la tolleranza dello spessore.	Riparare
		- Se non possono essere rimosse entro la tolleranza dello spessore.	Scartare
Superficie a "buccia d'arancia"	Aspetto a "buccia d'arancia" dovuto allo scorrimento discontinuo del metallo, solitamente localizzato nel fondo.	Se sono visibili cricche acute	Scartare
Filettatura interna danneggiata o fuori tolleranza	Filettatura danneggiata, con ammaccature, intagli, bave o fuori tolleranza	- Quando il progetto lo consente, la filettatura può essere ripassata e ricontrollata attentamente con un calibro adeguato e visivamente. Deve essere assicurato il numero appropriato di filetti efficaci.	Riparare
		- Se non riparabile	Scartare
Vaiolatura	Severa corrosione della superficie	Tutte le bombole con tale difetto visibile dopo pallinatura	Scartare

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Non conformità al disegno di progetto	Non conformità al disegno di progetto (ad es. forma e dimensioni del bocchino o del fondo, rettilineità, stabilità, mancanza di spessore)	Tutte le bombole con tale difetto	Riparare ove possibile o scartare
Collare di rinforzo non saldo	Il collare gira applicando una coppia modesta, o si solleva applicando un modesto carico assiale (vedi 5.8)	Tutte le bombole con tale difetto	Riparare se possibile o scartare
Bruciature da arco o cannello	Fusione parziale del metallo, aggiunta di metallo di saldatura, rimozione di metallo da scriccatura o craterizzazione	Tutte le bombole con tale difetto	Scartare

Figura B.1: Ammaccatura

Figura B.2: Ammaccatura con taglio o incisione

Figura B.3: Nervatura

Figura B.4: Scanalatura

Figura B.5: Laminazione o sfogliatura

Figura B.6: Cricche nel bocchino

Figura B.7: Pieghe o cricche nell'ogiva della bombola prima (1) e dopo la lavorazione meccanica (2)

1 Cricche nell'ogiva
2 Pieghe
3 Cricca nell'ogiva con diramazione

Figura B.8: Cricche nell'ogiva

ALLEGATO C (NORMATIVO)
ESAME CON ULTRASUONI

C.1 Generale

Questa appendice si base sulle tecniche usate dai produttori di bombole. Si possono usare altre tecniche di esame con ultrasuoni, a condizione che sia stato dimostrato che le stesse sono adatte al metodo di fabbricazione.

C.2 Requisiti riguardanti l'apparecchiatura e il personale

L'apparecchiatura per l'esame con ultrasuoni deve essere in grado di esaminare come minimo il campione di riferimento come descritto in C.3.2. Essa dovrà essere soggetta a regolare manutenzione secondo le istruzioni d'uso del fabbricante per assicurare che ne venga mantenuta l'accuratezza. I risultati delle ispezioni e i certificati di approvazione dell'apparecchiatura devono essere conservati.

L'utilizzo dell'apparecchiatura di prova deve essere affidato a personale certificato almeno di livello 1 secondo EN 473 e la supervisione dell'utilizzo deve essere affidata a personale certificato almeno di livello 2 secondo EN 473.

Le superfici interna ed esterna di ogni bombola sottoposta a esame con ultrasuoni devono essere in condizioni tali da consentire un controllo accurato e riproducibile.

Per la rilevazione dei difetti si deve usare il sistema a ecoriflessione. Per la misurazione dello spessore si possono usare sia il metodo a risonanza sia il sistema a ecoriflessione. Si possono utilizzare sia la tecnica di prova a contatto sia quella a immersione.

Si deve usare un metodo di accoppiamento che assicuri un'adeguata trasmissione di energia ultrasonica tra la sonda di prova e la bombola.

C.3 Rilevamento di difetti della parte cilindrica

C.3.1 Procedura

Le bombole da ispezionare e l'unità di ricerca devono possedere un moto rotatorio e una traslazione relativa in modo che venga eseguita una scansione elicoidale della bombola. La velocità di rotazione e traslazione deve essere costante entro ± 10%. Il passo dell'elica deve essere inferiore alla larghezza coperta dalla sonda (si deve garantire almeno un 10% di sovrapposizione) ed essere correlato alla larghezza effettiva del raggio in modo tale da assicurare una copertura del 100% alla velocità di rotazione e traslazione impiegata durante la procedura di taratura.

Per il rilevamento dei difetti trasversali si può utilizzare un metodo di scansione alternativo, in cui lo spostamento della sonda o il movimento relativo della sonda e del pezzo è longitudinale e realizzato in modo tale da assicurare la copertura del 100% della superficie con una sovrapposizione delle passate del 10%.

I difetti longitudinali della parete della bombola devono essere ricercati con un esame in entrambe le direzioni circonferenziali e i difetti trasversali con esame in entrambe le direzioni longitudinali.

Per le bombole con base concava che possano essere soggette a infragilimento da idrogeno o a tensocorrosione (vedi EN ISO 11114-1: 1997) anche la regione di

transizione tra la parte cilindrica e la base della bombola deve essere esaminata alla ricerca di difetti trasversali in direzione del fondo. Per l'area da considerare, vedi Figura C.1. La sensibilità ultrasonica deve essere posta a +6 dB allo scopo di migliorare il rilevamento dei difetti equivalenti al 5% dello spessore della parete cilindrica nella parte più spessa.

In questo caso, o qualora sia eseguita una prova opzionale sulle aree di transizione tra la parte cilindrica e il bocchello e/o la parte cilindrica e la base, la prova, se non è eseguita automaticamente, può essere condotta manualmente.

L'efficienza dell'apparecchiatura deve essere verificata periodicamente mediante l'esecuzione della procedura di prova su un campione di riferimento. Questa verifica deve essere condotta almeno all'inizio e alla fine di ogni turno. Se durante questa verifica non si rileva la presenza dell'intaglio di riferimento appropriato, tutte le bombole controllate dopo l'ultima verifica accettabile devono essere controllate nuovamente dopo avere tarato l'apparecchiatura.

Figura C.1: Regione di transizione base/parte cilindrica

C.3.2 Campione di riferimento

Il fabbricante deve preparare un campione di riferimento di lunghezza adeguata. La bombola scelta dal fabbricante come campione di riferimento deve essere dimensionalmente e acusticamente rappresentativa della bombole che deve essere controllata, come dimostrabile del fabbricante. Il campione di riferimento deve essere libero da discontinuità che possano interferire con la rilevazione degli intagli di riferimento.

Gli intagli di riferimento, sia longitudinali sia trasversali, si devono eseguire sia sulla superficie esterna sia su quella interna del campione di riferimento. Gli intagli devono essere separati in modo tale che ciascun intaglio possa essere identificato chiaramente.

Le dimensioni e la forma degli intagli sono di importanza cruciale per la taratura dell'apparecchiatura (vedi figure C.2 e C.3).

- La lunghezza degli intagli (*E*) non deve essere maggiore di 50 mm.
- La larghezza (*W*) non deve essere maggiore del doppio della profondità nominale (*T*). Comunque, quando questa condizione non può essere rispettata è accettabile una larghezza massima di 1,0 mm.
- La profondità degli intagli (*T*) deve essere uguale a 5% ± 0,75% dello spessore nominale di parete (*S*), con un minimo di 0,3 mm e un massimo di 1,0 mm, sull'intera lunghezza dell'intaglio. Sono ammessi raccordi alle due estremità.
- L'intaglio deve presentare spigoli vivi alla sua intersezione con la superficie della parete della bombola. La sezione trasversale dell'intaglio deve essere rettangolare a meno che si impieghino metodi di lavorazione a elettroerosione; in tal caso è ammesso che il fondo dell'intaglio sia arrotondato.
- La forma e le dimensioni dell'intaglio devono essere verificate con un metodo appropriato.

C.3.3 Taratura dell'apparecchiatura

Utilizzando il campione di riferimento descritto in C.3.2 l'apparecchiatura deve essere tarata per produrre indicazioni chiaramente identificabili degli intagli sulla superficie interna ed esterna. L'ampiezza delle indicazioni deve essere il più possibile uguale. L'indicazione dell'ampiezza più piccola deve essere usata come soglia di scarto e per regolare i dispositivi visivi, acustici, di registrazione o di selezione. Durante la taratura dell'apparecchiatura il movimento del campione o della sonda, o di entrambi, deve avvenire nello stesso modo, nella stessa direzione e con la stessa velocità che saranno utilizzati durante il controllo della bombola. Tutti i dispositivi, acustici, di registrazione o di selezione devono funzionare in modo soddisfacente alla velocità di controllo.

C.4 Misurazione dello spessore di parete

Se la misurazione dello spessore di parete non viene eseguita in nessun altro stadio di produzione, la parte cilindrica deve essere esaminata al 100% per verificare che lo spessore non sia inferiore del valore minimo garantito (a').

Figura C.2: Dettagli costruttivi e dimensionali degli intagli di riferimento per difetti longitudinali

Figura C.3: Rappresentazione schematizzata degli intagli di riferimento per difetti circonferenziali

C.5 Interpretazione dei risultati

Le bombole che diano indicazioni uguali o superiori alla più bassa tra le indicazioni date dagli intagli di riferimento devono essere scartate. Questo confronto va fatto tra le indicazioni rilevate sulla bombola e sull'intaglio di riferimento con il medesimo orientamento e sulla medesima faccia: per esempio, un difetto interno trasversale deve essere confrontato con l'intaglio di riferimento interno trasversale. La causa dell'indicazione va identificata e se possibile rimossa. Dopo la rimozione del difetto le bombole devono essere nuovamente sottoposte alla ricerca dei difetti e alla misurazione dello spessore mediante ultrasuoni.

Qualsiasi bombola che mostri uno spessore di parete inferiore al valore minimo garantito (a') deve essere scartata.

C.6 Requisiti per l'esame con ultrasuoni

Per bombole piccole con una lunghezza cilindrica di meno di 200 mm o qualora il prodotto $p_w V$ sia inferiore a 400, l'esame con ultrasuoni non è necessario.

Per tutte le altre bombole, l'esame con ultrasuoni deve essere condotto sulla parete cilindrica di ciascuna bombola. Per bombole destinate a contenere idrogeno, l'esame deve essere condotto a fabbricazione della bombola ultimata. Per bombole per altri gas, l'esame deve essere condotto durante il processo di fabbricazione in qualsiasi stadio in cui la porzione cilindrica sia già stata formata.

In aggiunta a questi requisiti si possono eseguire esami facoltativi in qualsiasi stadio.

C.7 Certificazione

L'esame con ultrasuoni deve essere certificato dal fabbricante della bombola.

Ogni bombola che abbia superato l'esame con ultrasuoni in accordo con questa norma deve essere marcata con "UT" in accordo con la EN 1089-1 (vedi punto 9) e facoltativamente con il simbolo mostrato in figura C.4.

In questo simbolo possono essere inclusi il logo o le iniziali della società

Figura C.4: Marcatura facoltativa per l'esame con ultrasuoni

ALLEGATO D (INFORMATIVO)

ESEMPI DI CERTIFICATI DI APPROVAZIONE DI TIPO E DI COLLAUDO DELLA PRODUZIONE

D.1 Certificato di approvazione di tipo

Emesso da........................*(autorità competente)*............................per conto di

....

in accordo a EN 1964-1..

relativo a BOMBOLE PER GAS IN ACCIAIO SENZA SALDATURA

Approvazione N°...

Tipo di bombola......*(Descrizione della famiglia di bombole che ha ricevuto l'approvazione di tipo)*..

p_h .... D_{min} .... D_{max} ....a'..................b...................

L_{min} .... L_{max} .... V_{min} .... V_{max} ....

Fabbricante o agente........*(Nome e indirizzo del fabbricante o del suo agente)*...........

....

....

Sono allegati i dettagli dei risultati degli esami per l'approvazione di tipo e le caratteristiche principali del tipo stesso.

Ogni ulteriore informazione può essere ottenuta da..........*(Nome e indirizzo dell'ente di approvazione)*..

....

....

Data....................................Luogo...

Firma...

Commenti sul certificato di approvazione di tipo

a) Al certificato dovrebbero essere allegati i risultati dell'esame per l'approvazione del tipo, unitamente ai dettagli dell'approvazione stessa.

b) Si dovrebbero evidenziare le caratteristiche principali del modello, in particolare:

- disegno della sezione longitudinale del modello di bombola che ha ricevuto l'approvazione di modello, che mostri:
  - il diametro esterno nominale minimo e massimo, D_{min} e D_{max}, con un'indicazione delle tolleranze di progetto stabilite dal fabbricante;
  - lo spessore minimo garantito della parete della bombola (a');
  - lo spessore minimo garantito della base (b) e dell'ogiva con un'indicazione delle tolleranze di progettazione stabilite dal fabbricante;
- le lunghezze minima e massima, L_{min} e L_{max} (dove L è la distanza tra l'esterno della base e la superficie del bocchello della bombola);
- la capacità o le capacità d'acqua, V_{min}, V_{max};
- la pressione di prova idraulica, p_h;
- il nome del fabbricante/N° di disegno e data;
- nome del modello di bombola;
- il materiale in accordo con il punto 4 [natura/composizione chimica/metodo di fabbricazione/trattamento termico/caratteristiche meccaniche garantite (resistenza a rottura – carico di snervamento)].

D.2 Certificato di collaudo della produzione

In applicazione della norma EN 1964-1..

Ente di collaudo...

....

Data...

Numero dell'approvazione di tipo..

Descrizione delle bombole..

....

Collaudo di produzione N°..

Lotto di fabbricazione da N°................................a N°..................................

Fabbricante....................*(Nome e indirizzo)*..

....

Paese...Marchio...

Proprietario................*(Nome e indirizzo)*...

....

Cliente......................*(Nome e indirizzo)*..

....

....

Prospetto D.1: Collaudo della produzione – misurazioni sulle bombole campione

Prova No.	Lotto composto dai numeri dal.......... al...........	Capacità d'acqua l	Massa a vuoto kg	Spessore minimo misurato	
				della parete mm	del fondo mm

Prospetto D.2: Collaudo della produzione – Prove meccaniche eseguite su bombole campione

Prova/Lotto	Trattamento termico No.	Prova di trazione				Prova di piegamento a 180° senza incrinature	Prova idraulica di scoppio bar	Descrizione della rottura
		Campione secondo EN 10002-1	Carico di Snervamento Rea MPa	Carico di rottura Rm MPa	Allungamento A %			
Valori minimi specificati								

Io sottoscritto dichiaro di avere verificato che i requisiti previsti al punto A.2 della norma EN 1964-1: 1999 sono stati rispettati in modo soddisfacente.

Note particolari...

....

Note generali...

....

Certificato il..........*(Data)*................In.........*(Luogo)*.................................

.........*(Firma dell'ispettore)*............

Per conto di...............*(Ente di collaudo)*..

ALLEGATO E (INFORMATIVO)

BIBLIOGRAFIA

EN 629-1 Bombole per gas trasportabili – Filettatura conica 25E per la connessione delle valvole alle bombole – Specifiche

EN 629-2 Bombole per gas trasportabili – Filettatura conica 25E per la connessione delle valvole alle bombole – Calibri di riscontro

EN ISO 13341 Bombole per gas trasportabili – Montaggio delle valvole sulle bombole per gas (ISO 13341: 1997)

ALLEGATO 2

PrEN 1964-2
BOZZA FINALE **MAGGIO 2000**

Bombole trasportabili per gas

Bombole trasportabili per gas – Specifiche per la progettazione e la costruzione di bombole per gas, ricaricabili e trasportabili, in acciaio senza saldatura, con capacità compresa fra 0,5 e 150 litri inclusi – Parte 2: Bombole in acciaio senza saldatura aventi un valore di Rm uguale o superiore a 1.100 MPa.

INDICE

PREMESSA

La presente norma europea è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 23 “Bombole per gas trasportabili” il cui segretariato è tenuto dal BSI.

Questo documento è attualmente sottoposto al Voto Formale.

La presente norma europea è stata proposta per essere inserita come riferimento nel RID e/o negli allegati tecnici dell’ADR, Perciò nel presente contesto le norme elencate nei riferimenti normativi e riguardanti requisiti basilari del RID/ADR non trattati dalla presente norma hanno valore normativo solo quando le norme medesime sono richiamate nel RID e/o negli allegati tecnici dell’ADR.

La presente norma fa parte di una serie di tre norme riguardanti le bombole ricaricabili per gas compressi, liquefatti e disciolti in acciaio senza saldatura, con capacità tra 05 litri e 150 litri compresi:

Parte 1 Bombole in acciaio senza saldature con un valore Rm inferiore a 1.100 MPa

Parte 2 Bombole in acciaio senza saldature con un valore Rm uguale o superiore a 1.100 MPa

Parte 3 Bombole in acciaio inossidabile senza saldatura con un valore Rm minore di 1.100 MPa

INTRODUZIONE

Scopo della presente norma è fornire una specifica per la progettazione, fabbricazione, collaudo ed approvazione di bombole per gas, trasportabili e ricaricabili, in acciaio senza saldature.

Le specifiche fornite si fondano sulle conoscenze e sull’esperienza acquisite su materiali, requisiti di progettazione, processi di fabbricazione e controlli durante la fabbricazione, di bombole comunemente usate nei paesi membri del CEN.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente norma specifica i requisiti minimi per i materiali, la progettazione, la costruzione e la lavorazione, i processi di fabbricazione e le prove riguardanti la fabbricazione di bombole ricaricabili e trasportabili per gas compressi, liquefatti o disciolti, in acciaio, senza saldature, con capacità compresa tra 0,5 litri e 150 litri inclusi.

La presente norma si applica a bombole in acciaio con valore di resistenza alla trazione Rm uguale o superiore a 1.100 MPa. La norma non si applica a bombole con diametro > 140 mm aventi o Rm > 1300 MPa o uno spessore di progetto della parete cilindrica > 12 mm, né a bombole con diametro ≤ 140 mm aventi o Rm ≥ 1400 MPa o uno spessore di progetto della parete cilindrica ≥ 6 mm, perché possono essere richiesti ulteriori requisiti.

NOTA 1 – Per la compatibilità del tipo e delle caratteristiche meccaniche degli acciai utilizzati per la fabbricazione delle bombole con il gas di riempimento e con le condizioni di esercizio, si veda 4.1.4.

NOTA 2 – La presente norma può anche essere utilizzata per la fabbricazione di bombole con capacità inferiore a 0,5 litri.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente norma europea rimanda, mediante riferimenti datati e non a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e vengono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

EN 473 Qualificazione e certificazione del personale per prove non distruttive – Principi generali

EN 1089-1: 1996 Bombole trasportabili per gas – Identificazione delle bombole per gas (escluso GPL) – Parte 1: Marcatura

EN 10002-1 Materiali metallici – Prove di trazione – Parte 1: Metodo di prova (a temperatura ambiente)

EN 10003-1 Materiali metallici – Prova di durezza Brinell – Parte 1: Metodo di prova

EN 10045-1 Materiali metallici – Prova di resilienza Charpy – Parte 1: Metodo di prova

EN 10052 Glossario dei termini utilizzati per il trattamento termico di prodotti ferrosi

EN ISO 11114-1: 1997 Bombole trasportabili per gas – Compatibilità dei materiali delle bombole e delle valvole con i gas contenuti – Parte 1: Materiali metallici (ISO 11114-1: 1997)

EURONORM 6-55 Prova di piegatura per l'acciaio

ISO 2604 Prodotti in acciaio per apparecchi a pressione – Requisiti di qualità

3 DEFINIZIONI E SIMBOLI

Ai fini della presente norma europea si applicano le seguenti definizioni e simboli:

3.1 Definizioni

3.1.1 **Carico di snervamento:** valore corrispondente al limite inferiore di elasticità R_{eL}, oppure per gli acciai che non presentano un limite di elasticità definito, al limite di elasticità convenzionale 0,2%$R_{p0,2}$.

3.1.2 **Tempra:** trattamento termico di indurimento in base al quale una bombola, che è stata riscaldata ad una temperatura uniforme al di sopra del punto critico superiore dell'acciaio (Ac_3, come definito in EN 10052), viene raffreddata rapidamente in un mezzo adeguato.

3.1.3 **Rinvenimento:** trattamento termico ammorbidente che segue la tempra (o in certi casi la normalizzazione), in base al quale la bombola viene riscaldata ad una temperatura uniforme inferiore al punto critico inferiore dell'acciaio (Ac_1, come definito in EN 10052).

3.1.4 **Lotto:** un numero di bombole non superiore a 200, oltre a quelle necessarie alle prove distruttive, aventi in comune diametro nominale, spessore, lunghezza e progettazione, fabbricate a partire dalla stessa colata di acciaio e sottoposte al medesimo trattamento termico per la medesima durata.

3.1.5 **Pressione di scoppio:** il livello di pressione più elevato raggiunto in una bombola durante una prova di scoppio.

3.1.6 **Pressione di prova:** pressione prescritta per una prova di pressione.

3.1.7 **Fattore di sollecitazione di progetto (F)** : rapporto tra la sollecitazione equivalente della parete alla pressione di prova (ph) e il valore minimo garantito del carico di snervamento (Re).

3.1.8 **Ente competente:** Organismo responsabile del controllo della conformità delle bombole alla presente norma.

3.2 Simboli

a spessore minimo calcolato, espresso in millimetri, dell'involucro cilindrico.

a' spessore minimo garantito, espresso in millimetri, dell'involucro cilindrico (vedi figura 1).

a_1 spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, di una base concava al punto di raccordo (vedi figura 2).

a_2 spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, al centro della base concava (vedi figura 2).

A allungamento percentuale.

b spessore minimo richiesto, espresso in millimetri, al centro di una base convessa (vedi figura 1).

d dimensione, espressa in millimetri, di un profilo di frattura accettabile (vedi figure 10 e 11).

D diametro esterno della bombola, espresso in millimetri (vedi figura 1).

D_f diametro del mandrino di piegatura, espresso in millimetri (vedi figura 6).

F fattore di sollecitazione di progetto (vedi 3.1.7).

h altezza esterna (fondo concavo), espressa in millimetri (vedi figura 2)

H altezza esterna della parte bombata (ogiva o fondo convessi), espressa in millimetri (vedi figura 1).

l_o lunghezza sulla superficie del difetto artificiale in mm (vedi 7.7.2 e 7.8.2).

L lunghezza nominale della bombola, espressa in millimetri (vedi figura 3)

L_o lunghezza calibrata iniziale in mm, secondo EN 10002-1 (vedi figura 4).

p_b pressione di scoppio misurata, espressa in bar [1], al di sopra della pressione atmosferica, nella prova idraulica di scoppio.

p_h pressione di prova idraulica, espressa in bar, al di sopra della pressione atmosferica.

p_f pressione di rottura misurata, in bar, al di sopra della pressione atmosferica, nella prova di scoppio su bombola con difetto.

p_s pressione di progetto, in bar, al di sopra della pressione atmosferica (pari a 2/3 p_h

p_w pressione di lavoro, in bar, al di sopra della pressione atmosferica.

p_y pressione di snervamento rilevata, in bar, al di sopra della pressione atmosferica.

r raggio interno del raccordo, espresso in millimetri (vedi figura 1).

Re valore minimo garantito del carico di snervamento (vedi 3.1.1.) espresso in megapascal.

R_{ea} valore effettivo del carico di snervamento, espresso in megapascal, determinato nella prova di resistenza alla trazione (vedi 7.1.2.1).

R_g valore minimo garantito della resistenza alla trazione, espresso in megapascal.

Rm Valore effettivo della resistenza alla trazione, espresso in megapascal, determinato nella prova di resistenza alla trazione (vedi 7.1.2.1).

Rm max Valore massimo effettivo della resistenza alla trazione, in megapascal.

Rm min Valore minimo effettivo della resistenza alla trazione, in megapascal.

S_o area originale della sezione del campione per la prova di resistenza alla trazione, misurata in millimetri quadrati, secondo EN 10002-1

t spessore effettivo del campione di prova, espresso in millimetri.

V capacità d'acqua della bombola, espressa in litri.

w larghezza, espressa in millimetri, del campione per la prova di resistenza alla trazione (vedi figura 5).

δ profondità del difetto artificiale, in millimetri.

---

[1] : $1\,bar = 10^5\ Pa = 0.1 MPa$

ρ_c raggio di uscita alle estremità del difetto artificiale, in millimetri.

4 MATERIALI E TRATTAMENTO TERMICO

4.1 Disposizioni generali

4.1.1 Gli acciai usati per la fabbricazione delle bombole per gas devono essere conformi ai requisiti della presente norma.

4.1.2 L'acciaio usato per la fabbricazione delle bombole per gas deve possedere proprietà antinvecchiamento accettabili e non essere di qualità effervescente. Nei casi in cui dovesse essere richiesto l'esame di tali proprietà antinvecchiamento, i criteri in base ai quali esso deve essere condotto saranno oggetto di accordo tra le parti.

4.1.3 Il fabbricante deve identificare le bombole con l'indicazione della colata di acciaio da cui sono state prodotte.

4.1.4 Gli acciai ad elevata resistenza considerati in questa norma non sono normalmente compatibili con gas corrosivi o che causano infragilimento (vedi EN ISO 11114-1). Possono essere usati con tali gas a condizione che la loro compatibilità sia provata con un metodo riconosciuto.

4.2. Controlli sulla composizione chimica

4.2.1 La composizione chimica di tutti gli acciai deve essere specificata e registrata compresi:

- contenuto massimo di zolfo e fosforo;
- contenuto di carbonio, manganese e silicio;
- percentuale di nichel, cromo, molibdeno e di tutti gli altri elementi di lega aggiunti intenzionalmente.

I contenuti di carbonio, manganese, silicio e, se del caso, di nichel, cromo e molibdeno devono essere indicati con tolleranze tali che la differenza tra i valori massimi e minimi della colata non ecceda i valori indicati nella tabella 1.

Tabella 1 Tolleranze nella composizione chimica

Elementi	Contenuto massimo in %	Campo massimo ammissibile in %
Carbonio	< 0.30% ≥ 0.30%	0.03% 0.04%
Manganese	Per tutti i valori	0.20%
Silicio	Per tutti i valori	0.15%
Cromo	< 1.20% ≥ 1.20%	0.20% 0.30%
Nichel	Per tutti i valori	0.30%
Molibdeno	< 0.50% ≥ 0.50%	0.10% 0.15

NOTE: Il campo di variazione massima ammissibile per ciascun elemento non deve necessariamente essere centrato sul suo contenuto nominale. Ad esempio per un acciaio con contenuto nominale di carbonio dello 0.10% sono ugualmente accettabili i seguenti intervalli di tolleranza:

+0.00%, -0.03%
+0.03%, -0,00%
+0.01%, -0.02%

La percentuale complessiva dei seguenti elementi: V, Nb, Ti, B, Zr non deve superare il limite dello 0,15%.

Il contenuto effettivo di tutti gli elementi deliberatamente aggiunti deve corrispondere alle prescrizioni di cui sopra e deve essere specificato.

4.2.2 Il contenuto di zolfo e fosforo nell'analisi di colata del materiale utilizzato per la fabbricazione di bombole per gas non deve superare i valori indicati in Tabella 2.

Tabella 2 Limiti di zolfo e fosforo

Elemento	Contenuto (% in peso)
Zolfo	0.010%
Fosforo	0.015%
Zolfo + Fosforo	0.020%

4.2.3 Il fabbricante della bombola deve procurarsi e fornire i certificati delle analisi di colata degli acciai utilizzati per la fabbricazione delle bombole.

Qualora siano richieste analisi di controllo, queste dovranno essere condotte o su campioni prelevati durante la fabbricazione dal materiale nello stato in cui è stato fornito dall'acciaieria al fabbricante delle bombole, o su bombole finite. In qualunque analisi di controllo lo scostamento massimo consentito dai limiti specificati per l'analisi della colata deve essere conforme ai valori specificati in ISO 2604.

4.3 Trattamento termico

4.3.1 Il fabbricante delle bombole deve consegnare un certificato che stabilisca il processo di trattamento termico cui è stata sottoposta la bombola.

4.3.2 La tempra in un bagno diverso da quello in olio minerale è ammessa a condizione che il metodo non provochi fessurazioni nelle bombole.

Se la velocità di raffreddamento nel bagno è maggiore dell'80% di quella in acqua senza additivi alla temperatura di 20°C, ogni bombola così prodotta deve essere sottoposta ad un controllo non distruttivo per accertare l'assenza di fessurazioni (vedi 6.4).

4.3.3 Il procedimento di tempra deve portare al raggiungimento delle proprietà meccaniche prescritte.

La temperatura effettiva alla quale un certo tipo d'acciaio viene sottoposto per acquisire una data resistenza alla trazione, non deve scostarsi di più di 30°C dalla temperatura indicata dal fabbricante della bombola per quel tipo di bombola.

5 PROGETTAZIONE

5.1 Disposizioni generali

5.1.1 Il calcolo dello spessore delle pareti delle parti soggette a pressione deve essere riferito al carico di snervamento (Re) del materiale.

5.1.2 Le bombole possono essere previste con una o due aperture, che devono essere disposte lungo l'asse centrale della bombola.

5.1.3 Ai fini del calcolo, il valore del carico di snervamento (Re) è limitato ad un massimo di $0{,}90R_g$.

5.1.4 La pressione interna su cui si basa il calcolo dello spessore della parete deve essere la pressione di prova idraulica (p_h).

5.2 Limitazioni della sollecitazione teorica

Il valore massimo della resistenza alla trazione è limitato dalla idoneità dell'acciaio a soddisfare i requisiti delle prove specificate ai punti A.1 (prove di tipo) e A.2 (prove del lotto) dell'Allegato A. Il campo massimo di variazione della resistenza alla trazione ($R_m max - R_m min$) deve essere 120 MPa.

5.3 Calcolo dello spessore della parete cilindrica

Lo spessore minimo garantito della parete cilindrica (*a'*) non deve essere inferiore allo spessore calcolato usando le equazioni (1) e (2), ed inoltre deve soddisfare la condizione (3):

$$a = \frac{D}{2} \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{10 \cdot F \cdot R_e - \sqrt{3} \cdot p_h}{10 \cdot F \cdot R_e}} \right] \qquad (1)$$

Dove il valore di F è il minore tra

$$\frac{0,65}{R_e/R_g} \quad e \quad 0,77$$

R_e/R_g non deve superare 0,90.

Lo spessore minimo deve inoltre soddisfare la condizione:

$$a \geq \frac{D}{250} + 1\,mm \qquad (2)$$

con un minimo assoluto di a = 1,5 mm.

I risultati delle prove devono confermare che il rapporto fra le pressioni di scoppio e di prova idraulica soddisfa la condizione

$$p_b/p_h \geq 1,6 \qquad (3)$$

NOTA – Sono al di fuori del campo di applicazione della presente norma le bombole per cui lo spessore minimo garantito del corpo cilindrico risultante da queste prescrizioni è (a') ≥ 12 mm per diametri D > 140 mm o (a') ≥ 6 mm per diametri D ≤ 140 mm.

5.4 Calcolo delle estremità convesse (ogiva e fondo)

5.4.1 Le forme rappresentate nella figura 1 sono caratteristiche delle ogive e dei fondi convessi. Le forme A è un fondo ricavato da tubo, le forme C e D sono fondi realizzati per stampaggio di una billetta e la forma B è un'ogiva.

5.4.2 Quando si utilizzano estremità convesse sono raccomandati i seguenti valori minimi:

$r \geq 0{,}075\ D$

$b \geq 1{,}5a$ per $0{,}40 > H/D \geq 0{,}20$

$b \geq a$ per $H/D \geq 0{,}40$

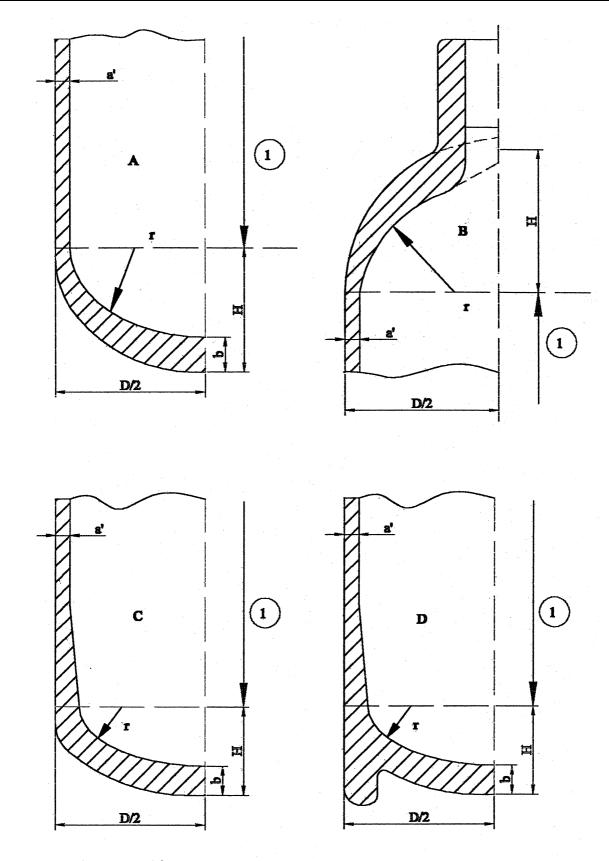



Figura 1: Tipici fondi convessi

Per ottenere una soddisfacente distribuzione delle sollecitazioni nella zona in cui il fondo si raccorda con la parte cilindrica, il passaggio all'eventuale maggior spessore del fondo dovrà essere graduale a partire dal punto di raccordo.

Per l'applicazione di questa regola, il punto di raccordo tra la parte cilindrica ed il fondo viene definito dalla linea orizzontale indicante la dimensione H nella figura 1.

Questo requisito si applica anche alla forma B.

Il fabbricante delle bombole deve comprovare per mezzo della prova a pressione ciclica sul prototipo come previsto in A.1 che il progetto dei fondi è soddisfacente.

5.5 Calcolo dei fondi concavi

Quando si usano fondi concavi, le dimensioni specificate nella figura 2 non devono essere inferiori ai seguenti valori

$$a_1 = 2a; \quad a_2 = 2a; \quad h = 0,12D; \quad r = 0,075D$$

Figura 2: Fondi concavi

Per ottenere una soddisfacente distribuzione delle sollecitazioni, lo spessore delle bombole deve aumentare progressivamente nella zona di transizione tra la parte cilindrica e la base, e la parete deve essere immune da difetti.

Il fabbricante delle bombole deve provare per mezzo della prova ciclica di pressione sul prototipo secondo quanto richiesto da A.1, che il progetto è soddisfacente.

5.6 Progetto del bocchino della bombola

5.6.1 Il diametro esterno e lo spessore del bocchino della bombola devono essere adeguati alla coppia di serraggio applicata per fissare la valvola alla bombola. La coppia di serraggio può variare in funzione del diametro della filettatura, della forma della filettatura e del sigillante adoperato per il montaggio della valvola.

NOTA – I valori raccomandati della coppia di serraggio delle valvole sono illustrati in EN ISO 13341.

5.6.2 Lo spessore della parete del bocchino della bombola deve essere sufficiente ad evitare dilatazioni permanenti del bocchino durante il montaggio iniziale e quelli successivi della valvola alla bombola. Quando la bombola viene espressamente progettata con un rinforzo del bocchino, come un anello o un collare calettati a caldo, si può tenere conto di tale rinforzo (vedere EN ISO 13341).

5.7 Anelli di base

Se, per accordo tra le parti, è prevista l'installazione di un anello di base, questo dovrà essere sufficientemente robusto e costruito in materiale compatibile con quello della bombola. In aggiunta, la sua forma dovrà essere preferibilmente cilindrica e fornire alla bombola sufficiente stabilità. L'anello di base deve essere fissato alla bombola con un sistema diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura. Qualsiasi gioco che possa favorire ristagni d'acqua deve essere sigillato, per impedire l'ingresso di acqua, con un metodo diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura.

5.8 **Collari di rinforzo del bocchino**

Se, per accordo tra le parti, è prevista l'installazione di un collare di rinforzo sul bocchino della bombola, questo deve essere sufficientemente robusto, costruito in materiale compatibile con quello della bombola e saldamente fissato con un metodo diverso da saldatura, brasatura o saldobrasatura.

Il fabbricante deve accertarsi che il carico assiale necessario per rimuovere il collare sia superiore a 10 volte il peso della bombola vuota e comunque non inferiore a 1.000 N ed anche che la coppia minima necessaria per far ruotare il collare sia maggiore di 100 Nm.

5.9 **Disegni di progettazione**

Deve essere preparato un disegno completo di tutte le misure, comprendente le specifiche dei materiali e i dettagli degli accessori permanenti.

6 COSTRUZIONE ED ESECUZIONE

6.1 Generalità

La bombola deve essere prodotta mediante:

a) fucinatura o stampaggio a partire da un lingotto o billetta pieni, oppure

b) fabbricazione a partire da un tubo senza saldatura, oppure

c) imbutitura di una lamiera piana.

Il processo di chiusura del fondo non deve comportare alcuna aggiunta di metallo. I difetti di fabbricazione non devono essere corretti sigillando il fondo.

6.2 Spessore delle pareti

Deve essere controllato lo spessore di ciascuna bombola. Lo spessore delle pareti in qualunque punto non deve essere inferiore a quello minimo specificato.

6.3 Difetti della superficie

Le superfici interne ed esterne della bombola finita devono essere immuni da difetti che possano pregiudicare la sicurezza di esercizio della bombola. Vedere Appendice B.

6.4 Controllo con ultrasuoni

Ad eccezione di quelle indicate in C.6, tutte le bombole devono essere sottoposte a controllo con ultrasuoni per l'individuazione di eventuali difetti, in conformità all'appendice C. (Questo metodo non garantisce necessariamente il soddisfacimento dei requisiti del punto 4.3.2).

6.5 Filettatura del bocchino

La filettatura interna del bocchino deve essere conforme ad una norma riconosciuta concordata tra le parti, per permettere l'uso di una valvola corrispondente e ridurre così al minimo le sollecitazioni sul bocchino conseguenti all'operazione di montaggio della valvola. La filettatura interna del bocchino deve essere controllata utilizzando un calibro corrispondente alla filettatura concordata, oppure con un metodo alternativo concordato tra le parti.

NOTA – Per esempio, quando è specificato che la filettatura del bocchino sia conforme a EN 629-1, i corrispondenti calibri sono quelli specificati in EN 629-2. -Si deve porre particolare attenzione per assicurare che le filettature siano accuratamente lavorate, di forma piena ed esenti da profili taglienti come p. es. bave.

6.6 Ovalizzazione

L'ovalizzazione del corpo cilindrico, cioè la differenza tra il diametro esterno massimo e quello minimo di una medesima sezione, non deve essere superiore al 2% della media di tali diametri.

6.7 Diametro medio

Il diametro esterno medio non deve discostarsi più di ± 1% dal diametro nominale di progetto.

6.8 Rettilineità

Lo scostamento massimo della parte cilindrica del corpo da una linea retta non deve superare 3 mm per metro di lunghezza (vedi figura 3).

6.9 Stabilità

Per una bombola progettata per rimanere diritta sulla propria base, la deviazione dalla verticale deve essere inferiore all'1% dell'altezza, mentre il diametro esterno della superficie in contatto con il suolo deve essere superiore al 75% del diametro esterno nominale (vedi figura 3).

Rettilineità = I/II ≤ 3 mm/m
Verticalità = III/IV ≤ 10 mm/m

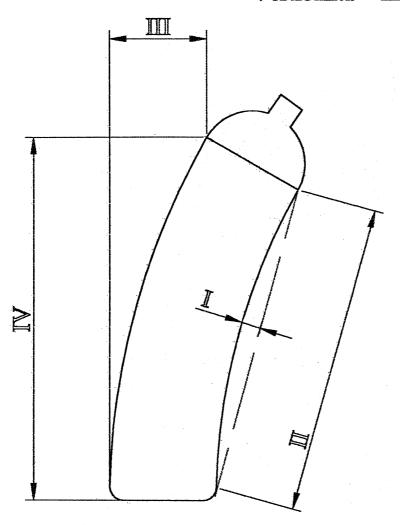



Figura 3: Misura della rettilineità e della verticalità

7 PROVE

NOTA – Per i dettagli sul numero di bombole da sottoporre alle prove si veda l'allegato A.

7.1 Prove meccaniche

7.1.1 Requisiti generali

Tranne che per le prescrizioni che seguono, le prove meccaniche devono essere effettuate secondo EN 10002-1, EN 10003-1, EN 10045-1 ed EURONORM 6-55.

Tutte le prove meccaniche per verificare le proprietà dei materiali delle bombole per gas devono essere effettuate su campioni prelevati da bombole sulle quali siano già state completate tutte le operazioni che influiscono sulle proprietà meccaniche. Non è necessario che tali bombole siano state sottoposte alla prova a pressione.

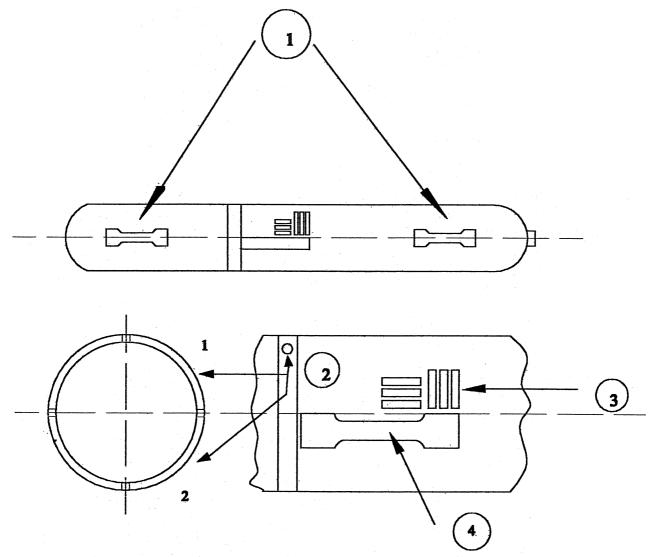
Per le posizioni si veda la Figura 4.

1. Provini per la correlazione durezza/resistenza a trazione (vedi 7.5.1)
2. Provini per la prova di piegamento o di appiattimento di anelli
3. Provini per la prova di resilienza
4. Provino per la prova di trazione

Figura 4: Posizione dei campioni per le prove

7.1.2 Procedure di prova

7.1.2.1 Prova di resistenza alla trazione

7.1.2.1.1 Si dovrà effettuare una prova di trazione su materiali prelevati dalla parte cilindrica della bombola utilizzando campioni rettangolari o campioni rotondi lavorati.

7.1.2.1.2 Per campioni rettangolari, la prova di resistenza alla trazione deve essere effettuata conformemente a EN 10002-1 su un campione sagomato come indicato nella figura 5 con un tratto calibrato di lunghezza $Lo = 5{,}65\sqrt{S_0}$.

Le due facce del campione corrispondenti alle superfici interne ed esterne della bombola non devono essere lavorate.

Per campioni rotondi lavorati a macchina, il diametro deve essere il massimo possibile, con lunghezza del tratto calibrato pari a 5 volte il suo diametro. Si raccomanda di non utilizzare campioni rotondi lavorati per spessori di parete inferiori a 3 mm.

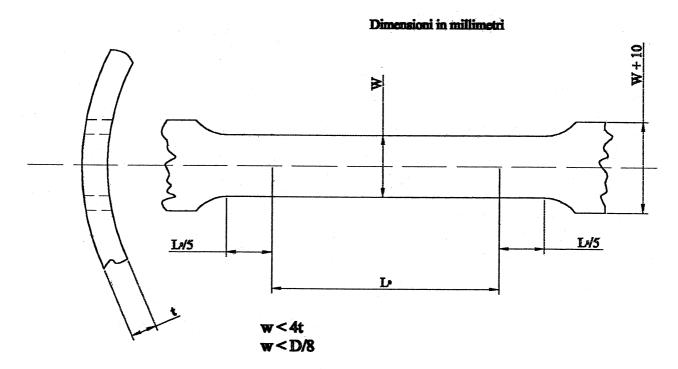



Figura 5: Campione per la prova di trazione

7.1.2.1.3 I valori minimi di allungamento devono essere del 12% per campioni rettangolari e del 14% per campioni rotondi.

NOTA – Si richiama l'attenzione sul metodo di misurazione dell'allungamento descritto in EN 10002-1, particolarmente nei casi in cui il campione della prova di trazione sia rastremato, con la conseguenza di un punto di frattura diverso dalla metà del tratto calibrato.

7.1.2.1.4 Le caratteristiche di snervamento e di rottura garantite dal fabbricante devono essere confermate nella prova.

7.1.2.2 Prova di piegamento

7.1.2.2.1 La prova di piegamento deve essere eseguita secondo EURONORM 6-55 su due provini ottenuti tagliando in parti uguali un anello di larghezza uguale al valore maggiore tra 25 mm e 4t prelevato dalla parte cilindrica della bombola. Ciascun provino deve avere una lunghezza sufficiente a consentire la corretta esecuzione della prova di piegamento. Solo i bordi dell'anello possono essere lavorati.

7.1.2.2.2 La prova di piegamento deve essere effettuata usando un mandrino di diametro D_f, e due rulli separati da una distanza $D_f + 2t$, come indicato in Figura 6. Il diametro D_f del mandrino deve essere pari a 8 volte lo spessore effettivo t del provino.

7.1.2.2.3 Il campione non deve fessurarsi allorché sia piegato verso l'interno sul mandrino fino a che i bordi interni siano separati da una distanza non superiore al diametro del mandrino stesso (vedi figura 6)

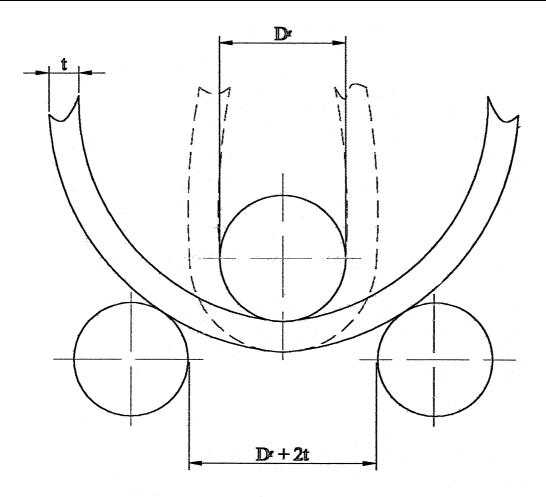



Figura 6: Schema della prova di piegamento

7.1.2.3 Prova di appiattimento

La prova di appiattimento deve essere eseguita su un anello di larghezza pari al valore maggiore tra 25 mm e 4t, prelevato dal corpo cilindrico della bombola. Solo i bordi degli anelli possono essere lavorati. Gli anelli devono essere appiattiti fra due piastre fino a che la distanza fra le piastre sia pari a 10 volte lo spessore medio t dell'anello. Dopo l'appiattimento l'anello non deve presentare fessurazioni

7.1.2.4 Prova di resilienza

7.1.2.4.1 Salvo che per i requisiti di seguito specificati, la prova deve venire effettuata in conformità a EN 10045-1.

I provini per la prova di resilienza devono essere prelevati dalla parete della bombola nella direzione indicata nella Tabella 3. L'intaglio deve essere perpendicolare alla superficie della parete della bombola.

Per le prove longitudinali, i campioni devono essere lavorati su tutte le sue sei facce. Se lo spessore della parete non consente di ottenere un provino finale di larghezza 10 mm, la larghezza deve essere la più vicina possibile allo spessore nominale della parete della bombola. I campioni prelevati in direzione trasversale devono essere lavorati unicamente su quattro facce, mentre la faccia interna e quella esterna della parete della bombola non devono essere lavorate.

7.1.2.4.2 I valori minimi di resilienza accettabili sono indicati nella Tabella 3..

Tabella 3 Valori minimi accettabili della resilienza

Diametro della bombola D, mm			> 140			≤ 140
Direzione della prova			Trasversale			Longitudinale
Spessore minimo di parete di progetto, mm			>3 ma ≤ 5	>5 ma ≤ 7,5	>7,5 ma ≤ 12	> 3 ma ≤ 6
Temperatura della prova, °C			- 50	- 50	- 50	- 50
Resilienza J/cm²	Media di 3 campioni individuali	A	30	35	40	60
		B	40	50	60	60

NOTA Nessun valore individuale deve essere inferiore al 70% del valore medio

A – Valore minimo accettabile della media delle 3 prove individuali

B – Valore della media delle 3 prove individuali al di sopra della quale nessuna prova di scoppio su bombola con intaglio viene richiesta per il lotto (a meno che non sia richiesto dal punto A.2.2 h))

Figura 7: Illustrazione dei provini per le prove di resilienza trasversale e longitudinale

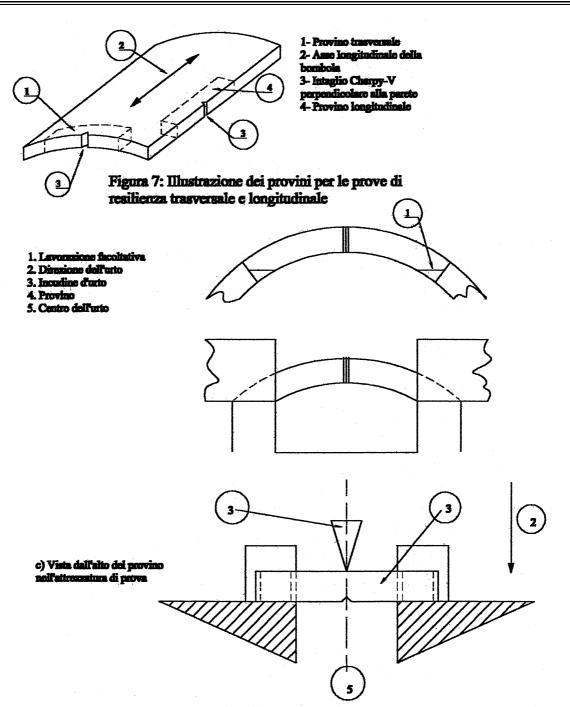



Figura 8: Illustrazione della prova di resilienza trasversale

7.2 Prova idraulica di scoppio

7.2.1 Procedimento

7.2.1.1 Impianto di prova

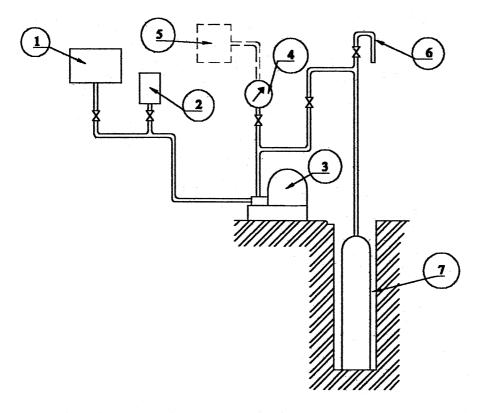
Le attrezzature per la prova, rappresentate nella figura 9, devono poter operare nelle condizioni di prova specificate in 7.2.1.2 e fornire con precisione le informazioni richieste da 7.2.2. e 7.2.3.

1- Serbatoio per il liquido di prova
2- Serbatoio per la misurazione del liquido di prova (per questo scopo può essere adoperato anche il serbatoio del liquido 1)
3- Pompa
4- Manometro
5- Apparecchio registratore della curva pressione/espansione volumetrica o della curva pressione/tempo
6- Sfiato o valvola di sfogo dell'aria
7- Pozzo di prova

Figura 9: Schema tipico di impianto per prova idraulica di scoppio

7.2.1.2 Condizioni della prova

La prova deve essere eseguita con la bombola a temperatura ambiente.

Mentre la bombola e l'attrezzatura per la prova vengono riempite d'acqua, occorre assicurarsi che non resti aria intrappolata nel circuito, facendo funzionare la pompa idraulica fino a che non fuoriesca acqua dall'apertura di sfiato o dalla valvola di sfogo dell'aria.

Durante la prova, la messa in pressione deve essere effettuata in due fasi successive:

a) nella prima fase, il tasso di incremento della pressione non deve superare 5 bar/s fino a quando la pressione raggiunge il valore corrispondente all'inizio della deformazione plastica;

b) nella seconda fase, la portata della pompa dovrà essere mantenuta per quanto possibile costante, fino allo scoppio della bombola.

7.2.2 Interpretazione dei risultati

7.2.2.1 Per l'interpretazione della prova di scoppio si devono seguire le seguenti procedure:

- determinazione della pressione di scoppio (p_b) e di quella di snervamento (p_y) raggiunte durante la prova;
- l'esame della frattura e della forma dei suoi bordi.

7.2.2.2 La pressione di scoppio misurata (p_b) deve essere tale che:

$$p_b > 1{,}6\ p_h$$

La pressione di snervamento osservata (p_y) deve essere tale che:

$$p_y \geq \frac{1}{F} p_h$$

7.2.2.3 La bombola deve rimanere intera e non suddividersi in frammenti.

7.2.2.4 La frattura principale nella parte cilindrica non deve essere di tipo fragile, vale a dire che i bordi della frattura devono essere inclinati rispetto alla parete. Lo squarcio non deve rivelare difetti significativi nel metallo e la frattura non deve estendersi oltre l'asse centrale della bombola in corrispondenza del bocchino o della base.

7.2.2.5 Per bombole con spessore della parete cilindrica inferiore a 7,5 mm, la frattura è accettabile unicamente se corrisponde ad una delle seguenti descrizioni:

a) longitudinale, senza ramificazioni (figura 10);

b) longitudinale, con una ramificazione laterale a ciascuna estremità, che non si estenda per più di un terzo della circonferenza della bombola (figura 11);

7.2.3 **Criteri di accettazione**

7.2.3.1 Le figure 10 e 11 mostrano esempi di profili soddisfacenti di prove di scoppio.

7.2.3.2 Se la configurazione della rottura si discosta da quella delle figure 10 e 11, ma tutte le rimanenti prove sui materiali e meccaniche sono soddisfacenti, occorrerà procedere all'individuazione della causa di tale scostamento prima di accettare o respingere il lotto.

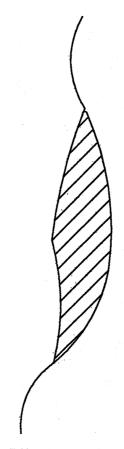



Figura 10: Profili di scoppio accettabili in tutti i casi

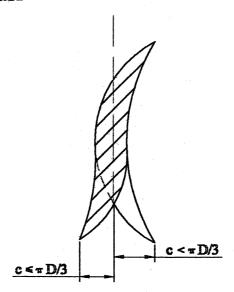



Figura 11: Limiti dei profili di scoppio accettabili

7.3 Prova a pressione ciclica

Questa prova deve essere eseguita con un liquido non corrosivo, sottoponendo le bombole a successive variazioni cicliche di pressione fino ad una pressione ciclica superiore uguale alla pressione di prova idraulica (p_h). Le bombole devono resistere a 12.000 cicli senza cedimenti.

Per bombole con pressione di prova idraulica (p_h) > 450 bar, la pressione ciclica superiore può essere ridotta ai due terzi di tale pressione di prova. In tal caso le bombole devono poter resistere a 80.000 cicli senza cedimenti.

Il valore della pressione ciclica inferiore (p_{lc}) non deve superare il 10% della pressione ciclica superiore con un massimo assoluto di n30 bar.

Nel corso della prova la bombola deve essere effettivamente sottoposta alle due pressioni cicliche massima e minima.

La frequenza delle inversioni di pressione non deve superare 0,25 Hz (15 cicli/min). La temperatura misurata sulla superficie esterna della bombola non deve superare i 50°C nel corso della prova.

Terminata la prova, la base della bombola deve essere sezionata al fine di misurarne lo spessore e verificare che tale spessore non superi di più del 15% lo spessore minimo della base previsto dal progetto.

La prova deve essere considerata soddisfacente se la bombola riesce a sopportare il numero di cicli prescritto senza che si verifichino perdite.

7.4 Prova idraulica

7.4.1 La pressione dell'acqua nella bombola deve aumentare con progressione controllata fino a che non si raggiunga la pressione p_h.

7.4.2 La bombola deve rimanere alla pressione p_h per almeno 30 secondi per verificare che la pressione non cali e che non vi siano perdite.

7.4.3 Dopo la prova la bombola non deve mostrare segni di deformazione permanente.

7.4.4 Ogni bombola sottoposta alla prova che non soddisfi pienamente i requisiti prescritti deve essere scartata.

7.5 Prova di durezza

7.5.1 Correlazione durezza /resistenza a trazione

7.5.1.1 Il fabbricante deve dimostrare, in modo soddisfacente per l'ispettore che il campo di durezza specificato corrisponde al campo di resistenza a trazione indicato in 5.2. Quando si utilizza la prova di durezza Brinell, si deve adottare la seguente procedura.

Prima della presentazione del primo lotto di bombole per la prova di tipo, il fabbricante deve stabilire una correlazione lineare tra Rm e HB per il tipo di acciaio e il metodo di trattamento termico impiegato, utilizzando un minimo di 20 valori di Rm e HB rilevati su 10 bombole a ciascuna estremità. I valori di durezza devono essere ottenuti su bombole complete con la macchina di durezza

della linea di produzione. I provini di trazione devono essere prelevati nella postazione di misura della durezza. I valori ottenuti devono coprire il campo previsto di resistenza a trazione, come indicato in Figura 12.

Allo scopo di determinare i limiti del campo di durezza come richiesto in 7.5.2.3 è consentita una deviazione del 3% intorno ai valori HB 1 e HB 2 (per tener conto ad esempio delle tolleranze di misura). Il campo garantito di durezza deve pertanto essere:

$$HB_{min} = HB\,1 - 3\%$$
$$HB_{max} = HB\,2 + 3\%$$

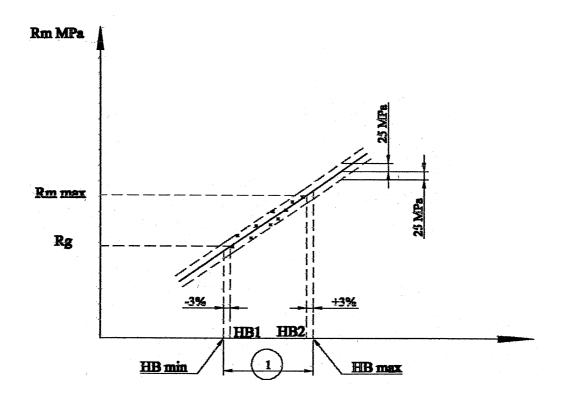
ma il campo di durezza massimo HB_{min} - HB_{max} non deve superare 55 HB.

(1) Campo di durezza

Figura 12: Correlazione fra i valori di durezza e di resistenza a trazione

7.5.1.2 Nel corso delle prove di tipo, devono essere effettuate misure di durezza come indicato in A.1.3 b) nella posizione in cui sono prelevati i campioni per le prove di trazione. I risultati delle prove di durezza e di trazione devono essere confrontati con la correlazione stabilita dal fabbricante per verificare se gli stessi sono entro la banda di dispersione (vedi Figura 12). Quando dei valori di durezza sono al di fuori dei limiti indicati sopra, si veda A.3.

NOTA 1 – E' possibile utilizzare un procedimento di prova equivalente, a condizione che si possa dimostrare l'equivalenza tra la banda di dispersione e il campo massimo di durezza.

NOTA 2 – La prova di durezza serve come prova indicativa in produzione per controllare la corrispondenza del processo di trattamento termico. La prova di durezza non ha come scopo principale di fornire un'accurata correlazione con la resistenza alla trazione.

7.5.1.3 Dopo il trattamento termico finale il fabbricante deve effettuare su ciascuna estremità di ogni bombola una prova di durezza secondo EN 10003-1 (Brinell) o EN 10109-1 (Rockwell) o altri metodi equivalenti e registrarne i valori. I valori di durezza così determinati devono essere entro i limiti stabiliti durante le prove di tipo.

NOTA – Con l'accordo delle parti interessate, possono essere usati metodi di misurazione dell'impronta sulla superficie diversi da quelli indicati in EN 10003-1 o EN 10109-1.

7.6 Prova di tenuta

Il fabbricante deve dimostrare, con metodi di prova adeguati al processo di fabbricazione, che la bombola non presenta perdite.

7.7 Prova di scoppio della bombola con intaglio

7.7.1 Generalità

La prova di scoppio della bombola con intaglio serve a stabilire se la pressione di cedimento (p_f) che provoca una perdita (e non lo scoppio) con un intaglio di una dimensione data, è maggiore della pressione di progetto della bombola (p_s), corretta per tener conto della differenza tra lo spessore effettivo della parete della bombola e il valore minimo dello spessore calcolato. La pressione di progetto è:

$$p_s = 2/3 p_h$$

7.7.2 Geometria dell'intaglio

La Figura 13 mostra l'intaglio relativo alla parete della bombola.

Gli intagli devono essere lavorati longitudinalmente, approssimativamente a metà della lunghezza della parte cilindrica della bombola. Gli intagli devono essere posizionati in corrispondenza dello spessore di parete minimo della sezione mediana, basandosi su misure di spessore in quattro punti attorno alla bombola.

La lunghezza dell'intaglio (l_0) deve essere almeno uguale a $2{,}6\sqrt{(D \cdot a)}$.

L'intaglio deve essere prodotto con un utensile adatto in modo da ottenere un angolo di 45° e un raggio di radice dell'intaglio (r_c) di 0,25 ± 0,025 mm. Il raggio di uscita alle due estremità (ρ_c) deve essere di 25 mm per bombole con diametro nominale esterno minore o uguale a 140 mm e da 32,5 a 40 mm per bombole con diametro nominale esterno maggiore di 140 mm. Si raccomanda una fresa standard CVN (Charpy V- notch) di circa 12,5 mm di spessore (vedi EN 10045-1).

NOTA – L'utensile deve essere affilato regolarmente per assicurare che il raggio di radice soddisfi i requisiti.

La profondità dell'intaglio (δ) deve essere regolata in modo da ottenere una perdita mediante pressurizzazione con acqua. "Perdita" significa che l'incrinatura non deve propagarsi più del 10% oltre l'intaglio lavorato misurato sulla superficie esterna, cioè la lunghezza totale non deve superare 1,1 x l_0

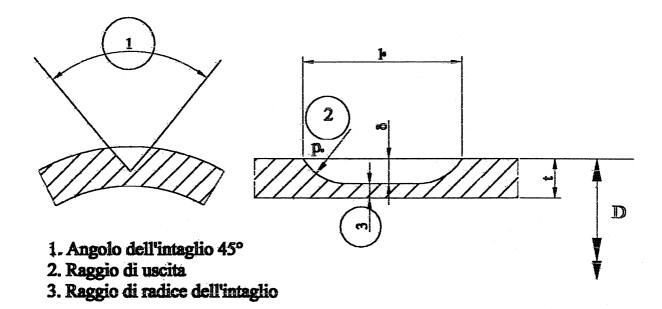



Figura 13: Dettagli della geometria dell'intaglio

7.7.3 Procedura di prova

La prova deve essere effettuata mediante pressurizzazione monotonica o in alternativa mediante pressurizzazione ciclica.

a) Pressurizzazione monotonica

La bombola deve essere sottoposta a pressione idrostatica crescente finchè la pressione viene scaricata dalla bombola in corrispondenza dell'intaglio. La pressurizzazione deve essere eseguita come specificato in 7.2.1.

b) Pressurizzazione ciclica

La prova deve essere eseguita alla pressione $p_s \cdot t/a$. La profondità iniziale dell'intaglio deve essere di almeno 0,6 x a. La procedura di prova deve essere come specificato in 7.3.

7.7.3 **Criteri di accettazione**

7.7.4.1 Il risultato della prova è accettabile solo se sono soddisfatte simultaneamente le seguenti due condizioni:

a) Pressione di cedimento $p_f \geq p_s \cdot t/a$

c) Il cedimento è avvenuto per perdita

7.7.4.2 Se il cedimento avviene a una pressione $p_f < p_s \cdot t/a$ per perdita, può essere effettuata un'ulteriore prova con un intaglio meno profondo. Nella nuova prova si applicheranno le condizioni del punto 7.7.4.1.

7.7.4.3 Se il cedimento avviene a una pressione $p_f > p_s \cdot t/a$ per scoppio, può essere effettuata un'ulteriore prova con un intaglio di maggior profondità. Nella nuova prova si applicheranno le condizioni del punto 7.7.4.1.

7.7.4.4 Se il cedimento avviene a una pressione p $p_f < p_s \cdot t/a$ per scoppio, la bombola non ha superato i requisiti della prova.

7.8 Prova di pressurizzazione ciclica di bombola con intaglio

7.8.1 **Condizioni di prova**

La prova deve essere effettuata come descritto nella clausola 7.3, salvo che per la velocità ciclica che deve essere compresa tra 2 e 5 cicli per minuto. Le bombole devono contenere un intaglio artificiale come descritto in 7.8.2. La pressione ciclica superiore deve essere uguale alla pressione di prova idraulica p_h.

7.8.2 **Geometria dell'intaglio**

L'intaglio deve essere longitudinale, ricavato per lavorazione, approssimativamente a metà della lunghezza della parte cilindrica della bombola. L'intaglio deve essere posizionato in corrispondenza dello spessore minimo di parete della sezione mediana.

La lunghezza dell'intaglio è la lunghezza complessiva del taglio e deve essere uguale a $1{,}6\sqrt{(D \cdot a)} \pm 1$ mm.

L'intaglio deve essere prodotto con un utensile adatto in modo da ottenere un angolo di 45° e un raggio di radice dell'intaglio (r_c) di 0,25 ± 0,025 mm. Il raggio di uscita alle due estremità (ρ_c) deve essere di 25 mm per bombole con diametro nominale esterno minore o uguale a 140 mm e da 32,5 a 40 mm per bombole con diametro nominale esterno maggiore di 140 mm. Si deve utilizzare una fresa standard CVN (Charpy V-notch) di circa 12,5 mm di spessore. L'utensile deve essere affilato regolarmente per assicurare che il raggio di radice soddisfi le specifiche.

La profondità dell'intaglio (δ) non deve essere inferiore a 0,1t.

Nella misura della profondità effettiva dell'intaglio è ammessa una tolleranza massima di 0,1 mm (ad esempio per uno spessore effettivo della parete di 7 mm la profondità dell'intaglio non deve essere meno di 0,6 mm).

7.8.3 Criteri di accettazione

Il risultato della prova è accettabile se il numero di cicli effettuati senza cedimenti supera 3500, come valore medio delle due bombole provate, ma con un minimo assoluto di 3000 per ciascuna delle due bombole.

7.9 Controllo del fondo (solo per bombole fabbricate da tubo)

Deve essere effettuata una sezione meridiana del fondo della bombola e una delle superfici così ottenute deve essere lucidata ed esaminata con un ingrandimento compreso tra x5 e x10.

La bombola deve essere considerata difettosa se si rileva la presenza di fessurazioni. Dovrà inoltre essere considerata difettosa se le dimensioni di qualunque porosità o inclusione presente raggiungono valori considerati suscettibili di pregiudicare la sicurezza.

Lo spessore sano (cioè senza difetti) al centro del fondo non deve in alcun caso essere inferiore allo spessore minimo specificato (vedi 5.4.2).

8 VALUTAZIONE DELLA CONFORMITA'

Le prove di tipo e quelle di produzione devono essere effettuate in conformità con l'Allegato A.

9 MARCATURA

Su ciascuna bombola devono essere riportate mediante punzonatura o stampigliatura sulla ogiva o su di una parte rinforzata della bombola ovvero su un collare o anello permanentemente fissato, le iscrizioni specificate in EN 1089-1: 1996.

ALLEGATO A (NORMATIVO)

PROVE DI TIPO E PROVE DI PRODUZIONE

A.1 Prove di tipo

A.1.1 Le prove di tipo dovranno essere effettuate per ogni nuovo progetto di bombola. Una bombola già approvata in precedenza dovrà essere considerata un nuovo progetto quando per essa si verifica una qualsiasi delle seguenti condizioni:

a) è fabbricata in uno stabilimento diverso;

b) è fabbricata attraverso un diverso processo di fabbricazione (compreso il caso in cui rilevanti modifiche al processo di fabbricazione siano intervenute durante il periodo di produzione, per esempio passaggio dalla forgiatura alla imbutitura dei fondi, cambiamento del tipo di trattamento termico o modifica nelle operazioni di formatura a freddo ecc.);

c) è fabbricata con acciaio per il quale i limiti di composizione specificati sono diversi da quelli della prova di tipo originale;

d) è sottoposta ad un diverso trattamento termico, oltre i limiti indicati in 4.3.3;

e) è cambiata la forma del fondo, per esempio concavo, convesso, emisferico o vi è una modifica del rapporto tra spessore del fondo e diametro della bombola;

f) la lunghezza totale della bombola è aumentata di più del 50% (le bombole con un rapporto lunghezza/diametro minore di 3 non devono essere usate come riferimento per nuovi progetti di bombole per cui tale rapporto sia maggiore di 3);

g) è cambiato il diametro nominale esterno;

h) è cambiato lo spessore di progetto della parete;

i) è aumentata la pressione di prova idraulica;

j) sono cambiati il valore minimo garantito del carico di snervamento (Re) e/o il valore minimo garantito della resistenza alla trazione (Rg).

A.1.2 Per ciascun nuovo progetto di bombola, il fabbricante deve sottoporre all'ente competente una specifica tecnica comprendente i disegni e i calcoli di progetto, le specifiche dell'acciaio e del trattamento termico.

Per ciascun nuovo progetto di bombola l'ente competente deve effettuare le prove di tipo indicate qui di seguito.

Per le prove di tipo devono essere messe a disposizione un minimo di 50 bombole finite che il fabbricante deve garantire come rappresentative del nuovo progetto.

Tuttavia, se la produzione complessiva è inferiore a 50 bombole, dovrà essere fabbricato, in aggiunta al quantitativo richiesto, un numero di bombole sufficiente per l'esecuzione di tutte le prove di tipo. In tal caso, tuttavia la validità dell'approvazione è limitata a quel particolare lotto di produzione.

A.1.3 Nel corso del processo di approvazione del tipo, l'ente competente deve:

a) verificare che:

- il progetto risponda ai requisiti della clausola 5;
- lo spessore delle pareti e dei fondi di due delle bombole prelevate per i collaudi risponda ai requisiti delle clausole da 5.3 a 5.6, effettuando le misurazioni quanto meno su tre sezioni trasversali della parte cilindrica e su una intera sezione longitudinale del fondo e della ogiva;
- siano soddisfatti i requisiti di cui alle clausole 4 (materiali) e 5.7 (piede o anello di base);
- siano soddisfatti i requisiti di tipo geometrico delle clausole da 6.5 a 6.8 per tutte le bombole scelte dall'ente competente;
- le superfici esterne ed interne delle bombole siano esenti da difetti che possano comprometterne la sicurezza nell'esercizio (vedi appendice B).

b) supervisionare le prove qui di seguito indicate sulle bombole selezionate:

- le prove indicate in 7.1 (prove meccaniche) su 2 bombole:

  a) una prova di trazione in direzione longitudinale (vedi 7.1.2.1);

  b) due prove di piegamento in direzione circonferenziale (vedi 7.1.2.2), o, in alternativa, una prova di appiattimento (vedi 7.1.2.3);

  c) tre prove di resilienza in direzione trasversale (per bombole con diametro > di 140 mm) o in direzione longitudinale (per bombole di diametro ≤ di 140 mm). (vedi 7.1.2.4)

  Per questo scopo possono essere utilizzate bombole scelte per altre prove.

- la prova indicata in 7.2 (prova idraulica di scoppio) su due bombole;
- la prova indicata in 7.3 (prova ciclica di pressione) su 2 bombole;
- prove di durezza devono essere effettuate sulle bombole da cui sono prelevati i provini per le prove di trazione, per verificare la correlazione durezza/carico di rottura a trazione (vedi 7.5.1.2 e Figura 12).

  Un esame comprendente quattro prove di durezza a intervalli di 90° a ciascuna estremità del corpo cilindrico deve essere effettuato sulle bombole scelte per le prove meccaniche. La variazione della durezza su ciascuna bombola non deve superare 25 HB;

- la prova di scoppio su bombola con intaglio descritta in 7.7 su almeno due bombole;
- la prova di pressurizzazione ciclica su bombola con intaglio descritta in 7.8 su almeno due bombole;
- solo per bombole fabbricate da tubo, la prova indicata in 7.9 (controllo del fondo) sulle due bombole utilizzate per le prove meccaniche.

A.1.4 Se il risultato delle verifiche è soddisfacente, l'organismo competente deve rilasciare un certificato di prova di tipo. Tale certificato può essere sotto forma di certificato di approvazione del tipo, di cui è fornito un esempio tipico in D.1.

A.2 Prove di produzione

A.2.1 Ai fini delle prove di produzione il fabbricante della bombola deve fornire all'ente di collaudo quanto segue:

a) il certificato di prova di tipo;

b) i certificati che specificano le analisi di colata dell'acciaio utilizzato per la fabbricazione delle bombole;

c) i certificati che riportano i risultati delle prove a ultrasuoni;

d) i documenti che riportano al trattamento termico (e il trattamento meccanico ove applicabile) e specificano il trattamento applicato in accordo con 4.3;

e) i numeri di serie e le punzonature o marcature delle bombole;

f) una dichiarazione che indichi il metodo utilizzato per il controllo della filettatura e i risultati ottenuti.

A.2.2 Durante le prove di produzione, l'ente di collaudo deve:

a) assicurarsi che sia stato ottenuto il certificato di prova di tipo e che le bombole siano conformi al medesimo;

b) controllare i documenti che forniscono i dettagli della composizione dei materiali;

c) verificare che siano stati soddisfatti i requisiti di cui alle clausole 4, 5 e 6 e in particolare controllare, attraverso un esame visivo esterno e, se materialmente possibile, anche interno delle bombole, che la loro fabbricazione ed i controlli eseguiti dal fabbricante in conformità alle clausole da 6.2 a 6.9 siano soddisfacenti. L'esame visivo deve coprire almeno il 10% delle bombole fabbricate. Tuttavia, se si scopre un difetto non tollerabile (secondo quanto descritto nell'allegato B), allora occorre ispezionare il 100% delle bombole;

d) scegliere per ogni lotto le bombole necessarie per eseguire le prove distruttive e presenziare alle prove specificate alle clausole 7.1 e 7.2. In particolare devono essere eseguite le seguenti prove:

- le prove meccaniche specificate in 7.1 su una bombola per lotto. A questo scopo si può facoltativamente utilizzare la bombola usata per la prova di scoppio (vedi 7.2):

  a) una prova di resistenza a trazione in senso longitudinale (vedi 7.1.2.1);

  b) due prove di piegatura in senso trasversale (vedi 7.1.2.2) o, in alternativa, una prova di appiattimento su anello (vedi 7.1.2.3);

c) tre prove di resilienza in senso trasversale (per bombole di diametro > di 140 mm) o in senso longitudinale (per bombole di diametro ≤ di 140 mm) (vedi 7.1.2.4).

- La prova idraulica di scoppio specificata in 7.2 su una bombola per lotto.

Quando la clausola 7.1 consente prove alternative, l'acquirente e il fabbricante devono accordarsi su quali prove effettuare.

e) verificare, attraverso controlli a campione, la correttezza delle informazioni fornite dal fabbricante a cui si fa riferimento in A.2.1;

f) valutare i risultati delle prove di durezza di cui alla clausola 7.5;

g) valutare i risultati della prova di tenuta eseguita come specificato in 7.6;

h) presenziare alla prova specificata in 7.7 (prova di scoppio su bombola con intaglio) su due bombole, qualora i valori di resilienza siano inferiori al 80% di quelli ottenuti durante l'approvazione di tipo, a condizione che tali valori di resilienza approvati siano più alti del valori B della Tabella 3.

Se la prova di scoppio su bombola con intaglio è superata, i nuovi valori diverranno i valori di riferimento approvati;

i) presenziare alla prova specificata in 7.7 (prova di scoppio su bombola con intaglio) su una bombola qualora i valori di resilienza non siano corrispondenti ai valori B della Tabella 3.

A.2.3 Tutte le bombole del lotto devono essere sottoposte alla prova idraulica di cui alla clausola 7.4.

A.2.4 Se l'esito delle verifiche è soddisfacente, l'organismo di controllo deve apporre sulle bombole la punzonatura prevista dalla norma EN 1089-1: 1996 e deve emettere un certificato di collaudo di produzione, di cui è riportato un esempio tipico in D.2.

Se l'esito invece non è soddisfacente, deve procedere come indicato in A.3.

A.3 Non conformità ai requisiti delle prove

Nel caso in cui non siano raggiunti i requisiti prescritti per le prove, deve essere eseguita una nuova prova o un nuovo trattamento termico seguito da una nuova prova in accordo con l'ente di collaudo, come indicato qui di seguito:

a) Se vi è evidenza di un errore nell'esecuzione di una prova, oppure di un errore di misurazione, deve essere effettuata un'ulteriore prova. Se l'esito della nuova prova è soddisfacente, la prova precedente non verrà tenuta in alcun conto.

b) Se la prova è stata condotta in modo corretto, deve essere ricercata e individuata la causa del risultato insoddisfacente.

1) Se si ritiene che il mancato raggiungimento dei requisiti prescritti sia dovuto al trattamento termico applicato, il fabbricante può sottoporre tutte le bombole interessate, cioè se il risultato insoddisfacente riguarda un campione che rappresenta un tipo o un lotto di bombole, prima della ripetizione della prova dovrà essere effettuato un nuovo trattamento

termico su tutte le bombole rappresentate mentre se il risultato insoddisfacente si verifica sporadicamente in una prova effettuata su tutte le bombole, sole le bombole che hanno superato la prova dovranno essere sottoposte ad un ulteriore trattamento termico e a una nuova prova.

Il nuovo trattamento termico consisterà in un nuovo rinvenimento o in una nuova tempra e rinvenimento.

Ogni volta che le bombole sono ritrattate termicamente deve essere garantito il mantenimento dello spessore minimo di parete.

Solo le relative prove di tipo o di lotto necessarie per provare l'accettabilità del nuovo lotto devono essere eseguite nuovamente. Se una o più di queste prove sono anche parzialmente insoddisfacenti, tutte le bombole del lotto devono essere scartate.

2) Se il fallimento della prova è dovuto a una causa diversa dal trattamento termico applicato, tutte le bombole che sono state riscontrate difettose, devono essere scartate oppure riparate con un metodo approvato. Se le bombole riparate superano la prova o le prove richieste dopo la riparazione, esse saranno reinserite come parte del lotto originario.

ALLEGATO B (NORMATIVO)

DESCRIZIONE, VALUTAZIONE DEI DIFETTI DI FABBRICAZIONE E CONDIZIONI DI RIFIUTO DELLE BOMBOLE PER GAS IN ACCIAIO SENZA SALDATURA AL MOMENTO DELL'ISPEZIONE VISIVA

B.1 Introduzione

Durante la fabbricazione di bombole per gas di acciaio senza saldatura possono verificarsi vari tipi di difetti.

Tali difetti possono essere di tipo meccanico o derivare dai materiali. Essi possono dipendere dal materiale di base utilizzato, dal processo di fabbricazione, dai trattamenti termici, dalle manipolazioni, dalla forgiatura dei bocchini, dalle operazioni di marcatura e da imprevisti verificatisi durante la fabbricazione.

Scopo di questo Allegato è descrivere i difetti più comuni e fornire agli ispettori incaricati dei controlli visivi criteri per lo scarto.

Ciò non di meno è necessario che l'ispettore incaricato sia dotato di approfondita esperienza pratica e buona capacità di giudizio, per rilevare ed essere in grado di valutare e giudicare eventuali difetti, all'atto dell'ispezione visiva.

B.2 Generalità

B.2.1 E' di fondamentale importanza effettuare il controllo visivo interno ed esterno in buone condizioni.

La superficie del metallo e, soprattutto quella della parete interna, deve essere completamente pulita, asciutta ed esente da residui di ossidazione, corrosione e incrostazioni che potrebbero nascondere altri più seri difetti. Ove necessario, la superficie dovrà essere pulita con un metodo adatto e in condizioni accuratamente controllate, prima di ulteriori verifiche.

Devono essere utilizzate sorgenti di illuminazione appropriate e di intensità sufficiente.

Dopo che le bombole sono state chiuse e la filettatura è stata realizzata, deve essere esaminata l'area interna del bocchino mediante l'impiego di un endoscopio industriale, di uno specchietto da dentista o di altri mezzi idonei.

B.2.2 I piccoli difetti possono essere rimossi mediante riparazione, molatura, lavorazione meccanica locale o con altri metodi appropriati.

In queste operazioni si deve prestare grande attenzione per evitare di causare nuovi danni.

Dopo tali riparazioni le bombole devono essere nuovamente ispezionate e, se necessario, deve essere controllato di nuovo anche lo spessore delle pareti.

B.3 Difetti di fabbricazione

I difetti di fabbricazione più comuni e la loro definizione sono indicati nella tabella B.1

In questa tabella sono anche indicati i limiti per ammettere la riparazione o rifiutare una bombola. Tali limiti sono stati stabiliti in base ad una considerevole esperienza pratica. Si applicano a bombole di qualsiasi tipo e dimensione e per qualsiasi tipo di impiego. Tuttavia, per specifiche richieste della clientela, per alcuni tipi di bombole o per particolari condizioni di impiego, possono essere richiesti criteri più rigorosi.

B.4 Bombole rifiutate

Tutte le bombole rifiutate devono essere rese inservibili per l'uso originariamente previsto.

Potrà essere possibile utilizzare le bombole rifiutate per produrre bombole destinate ad usi differenti.

Tabella B.1: Difetti di fabbricazione

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Gobba	Rigonfiamento visibile della parete	Tutte le bombole con tale difetto	Scarto
Ammaccatura	Depressione nella parete che non è penetrata e non ha rimosso metallo (vedi fig.B.1) (vedere anche eccessiva molatura o lavorazione meccanica)	- Se la profondità dell'ammaccatura supera il 2% del diametro esterno della bombola - Se la profondità dell'ammaccatura è maggiore di 1 mm e il suo diametro è inferiore a 30 volte la profondità NOTA: Per le bombole di piccolo diametro questi limiti generali possono essere rivisti. Anche la considerazione dell'aspetto ha un ruolo importante nella valutazione della ammaccatura, specie per le bombole di piccolo diametro.	Scarto Scarto
Taglio, incisione, impronta metallica o di scoria	Impronta nella parete dove il metallo è stato rimosso o ridistribuito (prevalentemente a causa della presenza di corpi estranei sul mandrino o sulla matrice durante l'estrusione o la trafilatura)	- **Difetto interno:** se non è superficiale e si presenta come un'incisione acuta superiore al 5% dello spessore della parete. NOTA: Si può tenere conto di considerazioni circa l'aspetto e la posizione (in parti con maggior spessore sottoposte a minor sollecitazione). - **Difetto esterno:** se la profondità è maggiore del 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della parete.	Scarto Riparare se possibile (vedi B.2.2)
Ammaccatura con taglio o incisione	Depressione nella parete che presenta all'interno un taglio o una incisione. (vedi fig.B.2)	Tutte le bombole con tale difetto	Scarto

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Molatura o lavorazione meccanica eccessive	Riduzione localizzata dello spessore della parete causata da molatura o lavorazione meccanica	- Se lo spessore della parete è inferiore al minimo di progetto. - Se si è prodotta una ammaccatura.	Scarto Vedere sopra ammaccatura
Nervatura	Superficie rialzata longitudinalmente con angoli acuti (vedere fig. B.3)	- **Difetto interno:** se l'altezza supera il 5% dello spessore della parete e la lunghezza supera il 10% della lunghezza della bombola. - **Difetto esterno:** se l'altezza supera il 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della bombola.	Riparare se possibile o scartare Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Scanalatura	Intaglio longitudinale (vedere fig. B.4	- **Difetto interno:** se la profondità supera il 5% dello spessore della parete e la lunghezza supera il 10% della lunghezza della bombola. - **Difetto esterno:** se la profondità supera il 5% dello spessore della parete o se la lunghezza supera 5 volte lo spessore della bombola.	Riparare se possibile o scartare Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Laminazione	Stratificazione del materiale nella parete della bombola, talvolta riconoscibile come una discontinuità, una piega o una gobba sulla superficie (vedere fig. B.5)	- **Difetto interno:** tutte le bombole con tale difetto. - **Difetto esterno:** tutte le bombole con tale difetto.	Riparare se possibile Riparare se possibile (vedere B.2.2).
Cricca	Crepa o fessurazione nel metallo	- Se non può essere rimossa entro la tolleranza sullo spessore. - Se può essere rimossa entro la tolleranza sullo spessore.	Scartare Riparare
Cricche nel bocchino	Si presentano come linee che corrono verticalmente lungo la filettatura o trasversalmente sulle facce del filetto (da non confondere con segni di maschiatura o di lavorazione del filetto) (vedere fig. B.6).	Tutte le bombole con tale difetto	Scartare

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Pieghe nell'ogiva (le pieghe sono fessure a fondo arrotondato) e/o	Pieghe con risalti e solchi situate nell'area interna dell'ogiva, che possono propagarsi nella zona filettata (vedere fig. B.7).	Pieghe o cricche che appaiono come una linea di ossido che corre entro la zona filettata devono essere rimosse con lavorazione meccanica fino a che le linee di ossido non siano più visibili (vedere fig.B.7). Dopo la lavorazione l'intera area deve essere ispezionata accuratamente e lo spessore della parete controllato.	Riparare
cricche nell'ogiva (le cricche sono fessure acute	Possono aver origine da pieghe nell'area interna dell'ogiva e diramarsi nella parte cilindrica lavorata o filettata (la fig.B.8 mostra l'inizio della cricca nella ogiva e la sua diramazione).	Se le pieghe o le linee di ossido non sono state completamente rimosse dalla lavorazione meccanica, se le cricche restano visibili o se lo spessore della parete è diventato insufficiente. Pieghe che si estendano oltre l'area lavorata e siano chiaramente visibili come depressioni aperte senza presenza di ossido nel metallo, possono essere accettate a condizione che le sommità siano lisce e i fondi delle depressioni arrotondati.	Scartare Accettabile
Cricche interne nel fondo	Fessurazioni nel metallo del fondo della bombola a forma di stella	- Se possono essere rimosse entro la tolleranza dello spessore. - Se non possono essere rimosse entro la tolleranza dello spessore.	Riparare Scartare
Superficie a "buccia d'arancia"	Aspetto a "buccia d'arancia" dovuto allo scorrimento discontinuo del metallo, solitamente localizzato nel fondo.	Se sono visibili cricche acute	Scartare
Filettatura interna danneggiata o fuori tolleranza	Filettatura danneggiata, con ammaccature, intagli, bave o fuori tolleranza	- Quando il progetto lo consente, la filettatura può essere ripassata e ricontrollata attentamente con un calibro adeguato e visivamente. Deve essere assicurato il numero appropriato di filetti efficaci. - Se non riparabile	Riparare Scartare
Vaiolatura	Severa corrosione della superficie	Tutte le bombole con tale difetto visibile dopo pallinatura	Scartare

Difetto	**Descrizione**	**Condizioni e/o azioni**	**Riparazione o scarto**
Non conformità al disegno di progetto	Non conformità al disegno di progetto (ad es. difetti di forma e dimensioni del bocchino o del fondo, rettilineità, stabilità, mancanza di spessore)	Tutte le bombole con tale difetto	Riparare ove possibile o scartare
Collare di rinforzo non saldo	Il collare gira applicando una coppia modesta, o si solleva applicando un modesto carico assiale (vedi 5.8)	Tutte le bombole con tale difetto	Riparare se possibile o scartare
Bruciature da arco o cannello	Fusione parziale del metallo, aggiunta di metallo di saldatura, rimozione di metallo da scriccatura o craterizzazione	Tutte le bombole con tale difetto	Scartare

Figura B.1: Ammaccatura

Figura B.2: Ammaccatura con taglio o incisione

Figura B.3: Nervatura

Figura B.4: Scanalatura

Figura B.5: Laminazione o sfogliatura

Figura B.6: Cricche nel bocchino

Figura B.7: Pieghe o cricche nell'ogiva della bombola prima (1) e dopo la lavorazione meccanica (2)

1 Cricche nell'ogiva
2 Pieghe
3 Cricca nell'ogiva con diramazione

Figura B.8: Cricche nell'ogiva

ALLEGATO C (NORMATIVO)
ESAME CON ULTRASUONI

C.1 Generale

Questa appendice si base sulle tecniche usate dai produttori di bombole. Si possono usare altre tecniche di esame con ultrasuoni, a condizione che sia stato dimostrato che le stesse sono adatte al metodo di fabbricazione.

C.2 Requisiti riguardanti l'apparecchiatura e il personale

L'apparecchiatura per l'esame con ultrasuoni deve essere in grado di esaminare come minimo il campione di riferimento come descritto in C.3.2. Essa dovrà essere soggetta a regolare manutenzione secondo le istruzioni d'uso del fabbricante per assicurare che ne venga mantenuta l'accuratezza. I risultati delle ispezioni e i certificati di approvazione dell'apparecchiatura devono essere conservati.

L'utilizzo dell'apparecchiatura di prova deve essere affidato a personale addestrato, sotto la supervisione di personale esperto certificato almeno di livello 2 secondo EN 473

Le superfici interna ed esterna di ogni bombola da sottoporre a esame con ultrasuoni devono essere in condizioni tali da consentire un controllo accurato e riproducibile.

Per la rilevazione dei difetti si deve usare il sistema a ecoriflessione. Per la misurazione dello spessore si possono usare sia il metodo a risonanza sia il sistema a ecoriflessione. Si possono utilizzare sia la tecnica di prova a contatto sia quella a immersione.

Si deve usare un metodo di accoppiamento che assicuri un'adeguata trasmissione di energia ultrasonica tra la sonda di prova e la bombola.

C.3 Rilevamento di difetti della parte cilindrica

C.3.1 Procedura

Le bombole da ispezionare e l'unità di ricerca devono possedere un moto rotatorio e una traslazione relativa in modo che venga eseguita una scansione elicoidale della bombola. La velocità di rotazione e traslazione deve essere costante entro ± 10%. Il passo dell'elica deve essere inferiore alla larghezza coperta dalla sonda (si deve garantire almeno un 10% di sovrapposizione) ed essere correlato alla larghezza effettiva del raggio in modo tale da assicurare una copertura del 100% alla velocità di rotazione e traslazione impiegata durante la procedura di taratura.

Per il rilevamento dei difetti trasversali si può utilizzare un metodo di scansione alternativo, in cui la scansione o movimento relativo delle sonde e del pezzo in lavorazione è longitudinale, con una successione di passate tale da assicurare la copertura del 100% della superficie con una sovrapposizione delle passate del 10%.

La parete della bombola deve essere esaminata per la ricerca dei difetti longitudinali mediante trasmissione di energia ultrasonica in entrambe le direzioni circonferenziali e dei difetti trasversali in entrambe le direzioni longitudinali.

Per le bombole con base concava la regione di transizione tra la parte cilindrica e la base della bombola deve essere esaminata alla ricerca di difetti trasversali nella direzione del

fondo. Per l'area da considerare, vedi Figura C.1. La sensibilità ultrasonica deve essere posta a +6 dB allo scopo di migliorare il rilevamento dei difetti equivalenti al 5% dello spessore della parete cilindrica in questa porzione più spessa.

In questo caso, o qualora sia eseguita una prova opzionale sulle aree di transizione tra la parte cilindrica e il bocchello e/o la parte cilindrica e la base, la prova, se non eseguita automaticamente, può essere condotta manualmente.

L'efficacia dell'apparecchiatura deve essere verificata periodicamente mediante l'esecuzione della procedura di prova su un campione di riferimento. Questa verifica deve essere condotta almeno all'inizio e alla fine di ogni turno. Se durante questa verifica non si rileva la presenza dell'intaglio di riferimento appropriato, tutte le bombole controllate dopo l'ultima verifica accettabile devono essere controllate nuovamente dopo avere tarato l'apparecchiatura.

Figura C.1: Regione di transizione base/parte cilindrica

C.3.2 Campione di riferimento

Il fabbricante deve preparare un campione di riferimento di lunghezza adeguata. La bombola scelta dal fabbricante come campione di riferimento deve essere dimensionalmente e acusticamente rappresentativa della bombola che deve essere controllata, come dimostrabile dal fabbricante. Il campione di riferimento deve essere libero da discontinuità che possano interferire con la rilevazione degli intagli di riferimento.

Gli intagli di riferimento, sia longitudinali sia trasversali, si devono eseguire sia sulla superficie esterna sia su quella interna del campione di riferimento. Gli intagli devono essere separati in modo tale che ciascun intaglio possa essere identificato chiaramente.

Le dimensioni e la forma degli intagli sono di importanza cruciale per la taratura dell'apparecchiatura (vedi figure C.2 e C.3).

- La lunghezza degli intagli (*E*) non deve essere maggiore di 50 mm.
- La larghezza (*W*) non deve essere maggiore del doppio della profondità nominale (*T*). Comunque, quando questa condizione non può essere rispettata è accettabile una larghezza massima di 1,0 mm.
- La profondità degli intagli (*T*) deve essere uguale a 5% ± 0,75% dello spessore nominale di parete (*S*), con un minimo di 0,3 mm e un massimo di 1,0 mm, sull'intera lunghezza dell'intaglio. Sono ammesse sporgenze di scarico alle due estremità.
- L'intaglio deve presentare spigoli vivi alla sua intersezione con la superficie della parete della bombola. La sezione trasversale dell'intaglio deve essere rettangolare a meno che si impieghino metodi di lavorazione a elettroerosione; in tal caso è ammesso che il fondo dell'intaglio sia arrotondato.
- La forma e le dimensioni dell'intaglio devono essere verificate con un metodo appropriato.

C.3.3 Taratura dell'apparecchiatura

Utilizzando il campione di riferimento descritto in C.3.2 l'apparecchiatura deve essere tarata per produrre indicazioni chiaramente identificabili degli intagli sulla superficie interna ed esterna. L'ampiezza delle indicazioni deve essere il più possibile uguale. L'indicazione di minor ampiezza deve essere usata come soglia di scarto e per regolare i dispositivi visivi, acustici, di registrazione o di selezione. L'apparecchiatura deve essere tarata con il campione o la sonda di riferimento

C.4 Misurazione dello spessore di parete

Se la misurazione dello spessore di parete non viene eseguita in nessun altro stadio di produzione, la parte cilindrica deve essere esaminata al 100% per verificare che lo spessore non sia inferiore del valore minimo garantito (*a'*).

Figura C.2: Dettagli costruttivi e dimensionali degli intagli di riferimento per difetti longitudinali

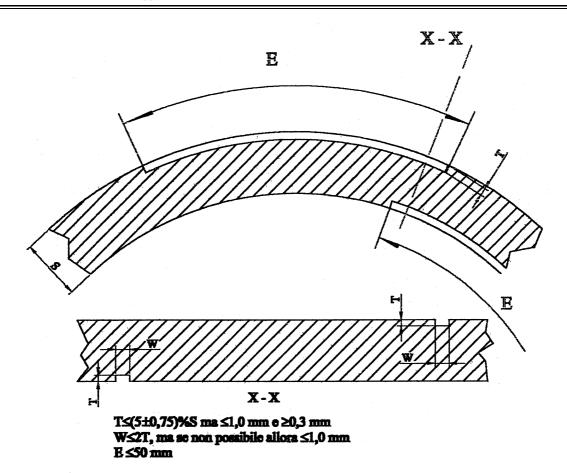



Figura C.3: Rappresentazione schematizzata degli intagli di riferimento per difetti circonferenziali

C.5 Interpretazione dei risultati

Le bombole che diano indicazioni uguali o superiori alla più bassa tra le indicazioni date dagli intagli di riferimento devono essere ritirate. Questo confronto va fatto tra le indicazioni date dalla bombola e quelle date dall'intaglio di riferimento avente il medesimo orientamento e presente sulla medesima faccia: per esempio, un difetto interno trasversale deve essere confrontato con l'intaglio di riferimento interno trasversale. La causa dell'indicazione va identificata e se possibile rimossa. Dopo la rimozione le bombole devono essere nuovamente sottoposte alla ricerca dei difetti e alla misurazione dello spessore mediante ultrasuoni.

Qualsiasi bombola che mostri di essere al di sotto dello spessore minimo garantito di parete (a') deve essere scartata.

C.6 Requisiti per l'esame con ultrasuoni

Per bombole piccole con una lunghezza cilindrica di meno di 200 mm o qualora il prodotto $p_w V$ sia inferiore a 400, l'esame con ultrasuoni non è necessario.

Tutte le altre bombole finite devono essere sottoposte all'esame con ultrasuoni per la ricerca di eventuali difetti, al termine del processo di fabbricazione.

In aggiunta a questi requisiti si possono eseguire esami facoltativi a qualsiasi stadio.

NOTA: L'espressione termine del processo di fabbricazione significa qualunque stadio dopo il trattamento termico finale.

C.7 Certificazione

L'esame con ultrasuoni deve essere certificato dal fabbricante della bombola.

Ogni bombola che abbia superato l'esame con ultrasuoni in accordo con questa norma deve essere marcata con "UT" in accordo con la EN 1089-1: 1996 (vedi punto 9) e facoltativamente con il simbolo mostrato in figura C.4.

In questo simbolo possono essere inclusi il logo o le iniziali della società

Figura C.4: Marcatura facoltativa per l'esame con ultrasuoni

ALLEGATO D (INFORMATIVO)

ESEMPI DI CERTIFICATI DI APPROVAZIONE DI TIPO E DI COLLAUDO DELLA PRODUZIONE

D.1 Certificato di approvazione di tipo

Emesso da........................*(autorità competente)*............................per conto di

....

in accordo a EN 1964-2..

relativo a BOMBOLE PER GAS IN ACCIAIO SENZA SALDATURA

Approvazione N°..Data.......................................

Tipo di bombola......*(Descrizione della famiglia di bombole che ha ricevuto l'approvazione di tipo)*..

p_h .... D_{min} .... D_{max} ....a'...................b..................

L_{min} .... L_{max} .... V_{min} .... V_{max} ....

Fabbricante o agente........*(Nome e indirizzo del fabbricante o del suo agente)*...........

....

....

Contrassegno dell'approvazione di tipo...

Sono allegati i dettagli dei risultati degli esami per l'approvazione di tipo e le caratteristiche principali del tipo stesso.

Ogni ulteriore informazione può essere ottenuta da..........*(Nome e indirizzo dell'ente di approvazione)*...

....

....

Data....................................Località..

Firma..

Commenti sul certificato di approvazione di tipo

a) Al certificato dovrebbero essere allegati i risultati degli esami per l'approvazione del tipo e i dettagli dell'approvazione stessa.

b) Si dovrebbero evidenziare le caratteristiche principali del tipo, in particolare:

- disegno della sezione longitudinale del tipo di bombola che ha ricevuto l'approvazione, che mostri:
  - il diametro esterno nominale minimo e massimo, D_{min} e D_{max}, con un'indicazione delle tolleranze di progetto stabilite dal fabbricante;
  - lo spessore minimo garantito della parete della bombola (a');
  - lo spessore minimo garantito della base (b) e dell'ogiva con un'indicazione delle tolleranze di progettazione stabilite dal fabbricante;
- le lunghezze minima e massima, L_{min} e L_{max};
- la capacità o le capacità d'acqua, V_{min}, V_{max};
- la pressione di prova idraulica, p_h;
- il nome del fabbricante/N° di disegno e data;
- nome del tipo di bombola;
- il materiale in accordo con il paragrafo 4 [natura/composizione chimica/metodo di fabbricazione/trattamento termico/caratteristiche meccaniche garantite (resistenza a trazione – carico di snervamento)].

D.2 Certificato di collaudo della produzione

In applicazione della norma EN 1964-2...

Ente di collaudo..

....

Data..

Numero dell'approvazione di tipo...

Descrizione e quantità delle bombole...

....

No. di fabbrica da ....a ....

Fabbricante..................*(Nome e indirizzo)*..

....

Paese...Marchio...

Proprietario................*(Nome e indirizzo)*..

....

Cliente.....................*(Nome e indirizzo)*...

....

....

Tabella D.1: Collaudo della produzione – misurazioni sulle bombole campione

Prova No.	Lotto comprendente dal No.......... al No...........	Capacità d'acqua l	Massa a vuoto kg	Spessore minimo misurato	
				della parete mm	del fondo mm

Tabella D.2: Collaudo della produzione – Prove meccaniche eseguite su bombole campione

Prova/Lotto	Trattamento termico No.	Prova di trazione				Prova di piegamento senza incrinature	Prova idraulica di scoppio bar	Descrizione della rottura
		Campione secondo EN 10002-1	Carico di Snervamento Rea MPa	Carico di rottura Rm MPa	Allungamento A %			
Valori minimi specificati								

Io sottoscritto dichiaro di avere verificato che i requisiti previsti al punto A.2 della norma EN 1964-2: 2000 sono stati rispettati in modo soddisfacente.

Note particolari...

....

Note generali...

....

Certificato il..........*(Data)*...............In.........*(Luogo)*..................................

.........*(Firma dell'ispettore)*............

Per conto di...............*(Ente di collaudo)*...

ALLEGATO E (INFORMATIVO)

BIBLIOGRAFIA

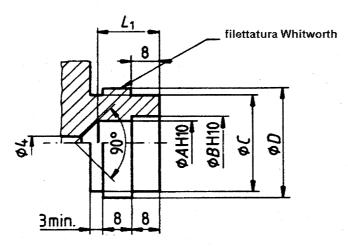
EN 629-1 Bombole trasportabili per gas– Filettatura conica 25E per la connessione delle valvole alle bombole – Specifiche

EN 629-2 Bombole trasportabili per gas– Filettatura conica 25E per la connessione delle valvole alle bombole – Calibri di riscontro

EN ISO 13341 Bombole trasportabili per gas– Montaggio delle valvole sulle bombole (ISO 13341)

ALLEGATO 3

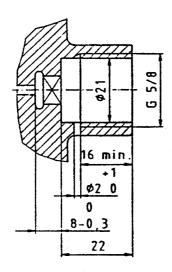
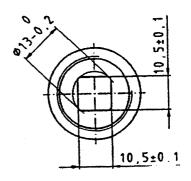
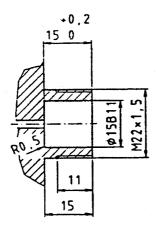
Attacchi di uscita delle valvole secondo ISO 5145

Nipplo (dimensioni in millimetri)

Dimensionamento dei nippli

Diametro nominale *D* della filettatura = diametro nominale dell'attacco	Costante A + B	A	B	C	L_1
24	28	11,2 11,9 12,6 13,3 14	16,8 16,1 15,4 14,7 14	21	17,6 17,3 17 16,6 16,3
27	32	11,8 12,5 13,2 13,9 14,6 **15,3** 16	20,2 19,5 18,8 18,1 17,4 **16,7** 16	24	17,4 17 16,7 16,3 16 **15,6** 15,3
30	36	12,4 13,1 13,8 14,5 15,2 15,9 16,6 17,3 18	23,6 22,9 22,2 21,5 20,8 20,1 19,4 18,7 18	27	17,8 17,4 17 16,7 16,3 16 15,7 15,3 15

ALLEGATO 4

Attacchi di uscita delle valvole delle bombole per autorespiratori secondo prEN 144-2

ARIA – 300 bar

OSSIGENO – 300 bar

01A3704

DOMENICO CORTESANI, *direttore*

FRANCESCO NOCITA, *redattore*
ALFONSO ANDRIANI, *vice redattore*

(4651391/1) Roma, 2001 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - S.

MODALITÀ PER LA VENDITA

La «Gazzetta Ufficiale» e tutte le altre pubblicazioni ufficiali sono in vendita al pubblico:
- **— presso l'Agenzia dell'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato in ROMA: piazza G. Verdi, 10;**
- **— presso le Librerie concessionarie indicate nelle pagine precedenti.**

Le richieste per corrispondenza devono essere inviate all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Gestione Gazzetta Ufficiale - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 Roma, versando l'importo, maggiorato delle spese di spedizione, a mezzo del c/c postale **n. 16716029.** Le inserzioni, come da norme riportate nella testata della parte seconda, si ricevono con pagamento anticipato, presso le agenzie in Roma e presso le librerie concessionarie.

PREZZI E CONDIZIONI DI ABBONAMENTO - 2001

Gli abbonamenti annuali hanno decorrenza dal 1° gennaio e termine al 31 dicembre 2001
i semestrali dal 1° gennaio al 30 giugno 2001 e dal 1° luglio al 31 dicembre 2001

PARTE PRIMA - SERIE GENERALE E SERIE SPECIALI
Ogni tipo di abbonamento comprende gli indici mensili

	Lire	Euro
Tipo A - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi tutti i supplementi ordinari:		
- annuale	**508.000**	**262,36**
- semestrale	**289.000**	**149,25**
Tipo A1 - Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi:		
- annuale	**416.000**	**214,84**
- semestrale	**231.000**	**110,00**
Tipo A2 - Abbonamento ai supplementi ordinari contenenti i provvedimenti non legislativi:		
- annuale	**115.500**	**59,65**
- semestrale	**69.000**	**35,63**
Tipo B - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti dei giudizi davanti alla Corte costituzionale:		
- annuale	**107.000**	**55,26**
- semestrale	**70.000**	**36,15**
Tipo C - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata agli atti delle Comunità europee:		
- annuale	**273.000**	**140,99**
- semestrale	**150.000**	**77,46**
Tipo D - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata alle leggi ed ai regolamenti regionali:		
- annuale	**106.000**	**54,74**
- semestrale	**68.000**	**35,11**
Tipo E - Abbonamento ai fascicoli della serie speciale destinata ai concorsi indetti dallo Stato e dalle altre pubbliche amministrazioni:		
- annuale	**267.000**	**137,89**
- semestrale	**145.000**	**74,88**
Tipo F - *Completo.* Abbonamento ai fascicoli della serie generale, inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi e non legislativi ed ai fascicoli delle quattro serie speciali (ex tipo F):		
- annuale	**1.097.000**	**566,55**
- semestrale	**593.000**	**306,25**
Tipo F1 - Abbonamento ai fascicoli della serie generale inclusi i supplementi ordinari contenenti i provvedimenti legislativi ed ai fascicoli delle quattro serie speciali (escluso il tipo A2):		
- annuale	**982.000**	**507,16**
- semestrale	**520.000**	**268,55**

Integrando con la somma di **L. 150.000 (€ 77,46)** *il versamento relativo al tipo di abbonamento della* Gazzetta Ufficiale - *parte prima - prescelto, si riceverà anche l'Indice repertorio annuale cronologico per materie 2001.*

Prezzo di vendita di un fascicolo separato della *serie generale*	**1.500**	**0,77**
Prezzo di vendita di un fascicolo separato delle *serie speciali I, II e III*, ogni 16 pagine o frazione	**1.500**	**0,77**
Prezzo di vendita di un fascicolo della *IV serie speciale «Concorsi ed esami»*	**2.800**	**1,45**
Prezzo di vendita di un fascicolo *indici mensili*, ogni 16 pagine o frazione	**1.500**	**0,77**
Supplementi ordinari per la vendita a fascicoli separati, ogni 16 pagine o frazione	**1.500**	**0,77**
Supplementi straordinari per la vendita a fascicoli, ogni 16 pagine o frazione	**1.500**	**0,77**

Supplemento straordinario «Bollettino delle estrazioni»

Abbonamento annuale	**162.000**	**83,66**
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione	**1.500**	**0,77**

Supplemento straordinario «Conto riassuntivo del Tesoro»

Abbonamento annuale	**105.000**	**54,22**
Prezzo di vendita di un fascicolo separato	**8.000**	**4,13**

Gazzetta Ufficiale su MICROFICHES - 2001
(Serie generale - Supplementi ordinari - Serie speciali)

Abbonamento annuo (52 spedizioni raccomandate settimanali)	**1.300.000**	**671,39**
Vendita singola: ogni microfiches contiene fino a 96 pagine di Gazzetta Ufficiale	**1.500**	**0,77**
Contributo spese per imballaggio e spedizione raccomandata (da 1 a 10 microfiches)	**4.000**	**2,07**

N.B. — Per l'estero i suddetti prezzi sono aumentati del 30%.

PARTE SECONDA - INSERZIONI

Abbonamento annuale	**474.000**	**244,80**
Abbonamento semestrale	**283.000**	**146,15**
Prezzo di vendita di un fascicolo, ogni 16 pagine o frazione	**1.550**	**0,80**

I prezzi di vendita, in abbonamento ed a fascicoli separati, per l'estero*, nonché quelli di vendita dei fascicoli delle* annate arretrate*, compresi i fascicoli dei supplementi ordinari e straordinari, sono* raddoppiati.

L'importo degli abbonamenti deve essere versato sul c/c postale **n. 16716029** intestato all'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato. L'invio dei fascicoli disguidati, che devono essere richiesti entro 30 giorni dalla data di pubblicazione, è subordinato alla trasmissione dei dati riportati sulla relativa fascetta di abbonamento.

Per informazioni, prenotazioni o reclami attinenti agli abbonamenti oppure alla vendita della *Gazzetta Ufficiale* bisogna rivolgersi direttamente all'Amministrazione, presso l'Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - Piazza G. Verdi, 10 - 00100 ROMA

Ufficio abbonamenti	Vendita pubblicazioni	Ufficio inserzioni	Numero verde
☎ 06 85082149/85082221	☎ 06 85082150/85082276	☎ 06 85082146/85082189	☎ 800-864035

* 4 1 1 2 5 0 1 4 1 1 0 1 *

L. 12.000
€ 6,20